דיא אינטערנאַציאָנאַלע ביבּליאָטהעק.

ASTRONOMY
By Dr. Ab. Caspe

אסטראָנאָמיע

פון

דר. אבּ. קאַספּע



ארויסגעגעבען פון

א. מ. יעוואַלענקאָ, ניו יאָרק

פּרייז 15 סענט.

אסטראנאמיע

דיא גרעסטע ענטדעקונג פון

סיר אייזאק ניוטאן.

סערפאַסט פון

דר. אב. קאַספע.

אינהאלט.

זייטע.



דיא ענטוויקלונג פון אַסטראנאמיע.

ענגלאנד מאַג ווירקליך שטאָלצירען מיט דעם וואָס זיא האָט דער מענשהייט געשאָנקען אזעלכע צוויי מענער וויא ניוטאָן און שעקספיר, אזעלכע צוויי קרעפטיגע און מעכטיגע גייסטער וואָס וועלען לעבען אזוי לאנג וויא מענשען וועלען עקזיסטירען אויף דער ערד.

ניוטאָן׳ס ווערקע וועלען ניט פערגעסען ווערען אזוי לאנג וויא דעם מענשען׳ס געדאנק וועט ניט אויפהערען צו שטרעבען דיא ארומיגע וועלט צו לערנען, צו סארטירען און צו פארשען דיא ערשיינונגען פון דער נאטור, צו פערשטעהן און דורכצודרינגען דיא פּרינציפּען אָדער געזעצע וועלכע הערשען אין דיא ערשיינונגען; שעקספּיר׳ס פּאָעטישע ווערקע וועלען אויך לעבען אזוי לאנג וויא דעם מענשענס הארץ וועט ניט אויפהערען צו קלאַפּען פון פערשידענע געפיהלע און פון סימפּאטי מיט דיא געפיהלען און מיט דעם אינערליכען לעבען פון זיינע מיט־מענשען, אזוי לאנג וויא דער מענש וועט ניט אויפהערען ענטציקט צו ווערען פון דיא גלענצענדע שפּראַכע און דיא פּאַלקאָמענע פּאָעטישע פארמע, אין וועלכער דיא טיעפסטע בעוועגונגען פון זיין זעלע ווערען וואונדער שיין געמאָלען.

דיא מייסטע העלדען, מיט וועמען דיא וועלט־געשיכטע בעשעפ־טיגט זיך מעהר וויא מיט אלעמען און וועמען פעלקער שטעלען דיא שעהנסטע מאָנומענטען, קענען זיך ניט פערגלייכען מיט ניוטאנ׳ען און שעקספּיר׳ען. געוויינליך, גיט דיא געשיכטע דעם פּראָמינענטסטען פּלאַץ צו אזוינע מענשען וויא טהעטיגע, ענערגישע הערשער און פיהרער, אָדער גרויסע קינסטלער אין שלאַכט פעלד וועלכע האָבען בעוויזען גרויסע פעהיגקייטען אין דער קונסט פון געזעצליכער מערדעריי. צו אזוינע העלדען וויא ביטרע דיפּלאָמאטען, קלוגע שטאַאטסלייטע א. ז. וו.

אלץ אזוינע העלדען וואָס האָבען געשפּיעלט דיא גרעסטע ראָלע ווייל זיי האָבען געוואוסט וויא צו דינען דיא אינטערעסען פון דעם אָדער יענעם פאָלק, פון דער אדער יענער הערשענדער קלאססע, פון דער אָדער יענער גרופּע מענשען אין אַ געוויסען פּלאַץ.

דיא בעסטע פון זיי האָבען נאָר געקענט בריינגען בעשרענקטע נוצען צו אַ גרעסערע אָדער אַ קלענערע הייפעלע מענשען, נוצען וועלכע זיינען אפט געווען פערבונדען מיט שאָדען פאר אַן אנדער טהייל פון דער מענשהייט, און געגרינדעט אויף דער ערניעדערונג פון אנדערע פעלקער. עס קען דאָך ניט געמאָלט זיין אַ זיעג אָהן בעזיעגטע, דער רוימישער קייזער טיטוס איז בעוואוסט און געעהרט אין רוימישער געשיכטע, אלס אַ זעהר גוטהערציגער קייזער, וועהרענד דיא אידען וועמעס לאַנד ער האָט רואינירט און וועמעס בית המקדש ער האָט פערברענט, האַסען איהם און רופען איהם טיטוס הרשע.

דאָס זעלבע איז ריכטיג וועגען פיעלע אַנדערע בעליעבטע פּאָלי־טיקער, שטאַאטסלייטע און אפילו מאַנכע געזעצגעבער. זיי האָבען אָפט געהאָלפען צו פערשטארקען און פארגרעסערן אַ געוויסע נאַציאָן, נאָר מיט דעם וואָס זיי האָבע ערנידעריגט, אָבגעשוואַכט און צעשמע־טערט אַנדערע נאַציאָנען, זיי האָבען אָפט פעראורזאַכט, אז אַ געוויסע קלאססע זאָל ווערען הערשענד, רייך און שטארק נור דאַדורך, וואָס זיי האָבען געמאַכט אַנאַנדער קלאססע מענשען פערשקלאַפט, שוואַך און עלענד.

דאַריבער ווערען דיא מייסטע געשיכטליכע העלדען מעהר גע־עהרט און פערגעטערט וועהרענד זייער לעבען, נאָך זייער טויט אבער ווערט זייער שיין אַלץ בלאַסער און בלאַסער. ניוטאָן און שעקספּיר אָבער האָבען געלאַזען דיא בעדייטענדסטע און רייכסטע ירושה פאַר דער גאַנצער מענשהייט און זיי וועלען פערבלייבען אייביג דיא העללסטע שטערען אויף׳ן הימעל פון דעם מענשליכען פּראָגרעס. דיזע ליכטיגע גייסטער ווירקען ביז יעצט אויף יעדען איינעם וואָס גיט זיך דיא מיהע מיט זייערע ווערקע בעקאַנט צו ווערען. יעדער וואָס שעפּפט פון דעם אמת׳ן קוואַל פון קלארען פערשטאַנד און ריינער קונסט מוז פיהלען וויא זיינע אויגען עפענען זיך וויא זיין הארץ און זיינע געפיהלען ווערען

רײנער און שענער, וויא זײן ענגע קלײנע נשמה׳לע וואָס האט זיך נור געקענט אינטערעסירען מיט זײן אײגענעם אונבעדײטענדען עקזיס־טענץ, וואקסט, ווערט גרעסער און ברײטער, אין איהם ערוועקט זיך דיא דענקענדע קראַפט, דער אַלל־מענשליכער שכל וואָס פאַרבינדט איהם מיט דער גאַנצער אַרומיגער וועלט און בעשאַפט פאַר איהם טויזענדער נײע אינטערעסען, רײכער און שטארקער ווערט זײן פיה־לענדע און סימפּאַטישע נאַטור, וואָס פאַראײניגט זײן לעבען מיט׳ן לעבען פון אַלע זײנע מיטמענשען.

עס איז דאָ אָבער אַן אונטערשײד צווישען שעקספּיר׳ס און ניוטאָן׳ס ווערקע. שעקספּיר׳ס ווערקע קענען געלעזען ווערען אין אָריגינאַל בײ יעדען וואָס פערשטעהט דיא ענגלישע שפּראַכע. געוויס וואָס מעהר מען שטודירט זײנע ווערקע, וואָס מעהר מען ווערט בעקאַנט מיט זײנע פילע קריטיקער וועט מען זײ אַלץ בעסער פער־שטעהן און פאָלקאָמענער געניסען, אָבער דאָך קען זײ יעדער גע־וועהנליכער מענש לעזען אַן קײן שום פאַרבעררײטונג.

ניוטאָן׳ס ווערקע אין אָריגינאַל קען מען ניט פערשטעהן ווען מען זאָל ניט האבען אַ גוטע און טיכטיגע פאָרבעררײטונג אין מאַטע־מאַטיקע, און אפילו דיא וואס האבען יאהרען לאַנג שטודירט דיא רעכענקונסט געפינען אָפט אַזעלכע זײטען אין זײנע שריפטען אויף וועלכע זײ מוזען האָרעווען שטונדען לאַנג אום זײ פאָלקאָמען צו פערשטעהן, און דאריעבער קען דער געוועהנליכער, אונפאָרבעררײטע־טער מענש אַנדערש ניט בעקאַנט ווערען מיט ניוטאָן׳ס ווערקע אַלס דורך פּאָפּולערע ערקלערונגען איבער דיא וויכטיגסטע פּונקטען פון זײנע פיעלפאַכע ענטדעקונגען.

אין דיעזעם ביכעל וועלען מיר פּרובירען בעקאַנט מאַכען דעם אידישען לעזער מיט דער גרעסטער פון ניוטאָן׳ס ענטדעקונגען, מיט זײן געזעץ פון אַטראַקציאָן אדער זײן געזעץ פון דיא צוציהונגס־קראַפט. דער געזעץ האט געמאַכט דיא גרעסטע רעוואָלוציאָן אין דער געשיכטע פון ענטוויקלונג פון דעם מענשליכען געדאַנק.

דער הימעל מיט אַלע וואונדערליכע ערשײנונגען וואָס קומען דאָרטען פאָר האָט פון אײביג אַן צו זיך צוגעצויגען דעם מענ׳שען׳ס

אויפמערקזאמקייט. דיא טויזענדער בלינקענדע שטערענדליך פון פערשיעדענע העלקייט און גרויס, וועלכע בליקען אראב פון זייער הימעלשען פראכט זשמורענדיג זיך אויף אונזער פינסטערע ערד מיט אזא שטיללע און זיכערע גרויסקייט האבען געמוזט מאכען אויף אונזערע אור־אור־עלטערען, וואס האבען פערבראכט זייער לעבען אין וועלדער און אויף אפענע פעלדער, א סך שטארקערען איינ־דרוק וויא אויף אונז, בירגער פון א הויכע ציוויליזאציאָן וואס פארברייננגען דעם לעבען אין פערפעסטעטע טענעמענט הייזער. דיכטער פון אלע צייטען און אלע נאציאָנען האבען בעזונגען אין פערזען אָן א צאָהל דיא בלאַססע לבנה, וויא זיא שווימט און שוועבט אין א קלאָרער נאכט א מאל א פולע, א מאל א האלבע, א מאל א קליין שטיקעלע וויא א סערפּ, שנעל, שנעל, איבער דיא שטערן; דעם גאָלדענעם מאָרגען־שטערן וועלכער ־קומט וויא א קוריער אנצוזאגען אז באלד וועט ארויסטרעטען דער פייערדיגער באָלל פון דער זון, וועט פערלעשען אלע שטערענדליך אום אליין צו הערשען דעם גאנצען טאג איבער׳ן הימעל, בריינגענדיג לעבען און בעוועגונג אויף אונזער ערד.

מי קען זיך גאר ניט פאָרשטעלען דיא מהומה און דעם ציטערן פון אונזערע אורעלטערען; אין דער צייט פון ליקוי חמה, דעם שרעק וואס פלעגט אלעמען אנכאפּען טאמער וועט דיא העלע זון אויף אייביג פערשלונגען ווערען, און פינסטערנים און טויט וועט מוזען הערשען איבעראל אויף דער ערד. פיעלייכט וועלען דיא פאָל־גענדע פריי איבערגעזעצטע פערזען פון בייראָן העלפען אונזער ארע־מער פאָרשטעלונגסקראפט א בעגריף צו האבען פון דעם גרויזאמען בילד וואס האט זיך געמאלט אין דיא דערשראקענע פאנטאזיען פון אונזערע אורעלטערען. „מיר האט זיך גע׳חלם׳מט שרייבט ביי־ראָן: דיא העלע זון איז פארלאָשען געווארען, דיא שטערען האבען געבראדעט אין דעם אייביגען וועלט־רוים אהן א ציעל און אהן שטראהלען, דיא פערפרארענע ערד האט זיך פינסטער געטראגען אין מאָנדלאזען לופט. דיא מארגען־שטונדע איז אנגעקומען און פארבייגעגאנגען אבער דעם טאג האט זיא מיט זיך ניט מיטגע־

בראכט. מענשען האבען געווארפען אין פייער טראנען, קעניגליכע פאלאצען, הייזער, צעלטען, גאנצע שטעט פלעגען זיי אונטערצינדען, און אין רייהען פלעגען זיי זיך צונויפקלייבען ארום דיא ברענענדע הייזער אום כאטש א מאל א קוק צו טאן איינער דעם אנדערען אין געזיכט. גליקליך האבען זיך גערעכענט דיא וואס האבען געלעבט לעבען דיא פייערדיגע וואָלקאנען. אנגעצונדענע וועלדער האָבען איבעראל געפלאקערט, אבער מיט יעדער שטונדע פלעגען אומעטום פאלען מיט א שרעקליכען קרעכצען. דיא אבגעברענטע בוימער מיט דיא גאנצע וועלדער זיינען א׳ן ניעדערגעפאלען און דיא געזיכטער פון דיא ארומיגע מענשען האבען אויסגעזעהן וויא טויטע שאטענס פון יענער וועלט ביי דיא לעצטע ציטערענדיגע שטראהלען פון דעם אבגעברענטען וואלד..

און דיא וועלט איז געוואָרען אין א קורצע צייט פוסט; דיא פראכטפאלע, בעזעצטע, לעבעדיגע וועלט איז געווארען א טויטע מאסע אהן גראָז, אהן בוימער, אָהן לעבען, אָהן צייט, אָהן מענשען, אָהן בעוועגונג און דער כאָאס פון טויט האט געהערשט איבעראַל.״

זעלבסטפערשטענדליך האבען מענשען, זעהענדיג וויא זייער לעבען הענגט אב פון דיא הימעלשע ערשיינונגען לאנג געמוזט פערגעטטערן דיא זון, דיא לבנה, דיא שטערן, דעם הימעל, דיא וואָלקענס, דעם בליץ און דעם דונער און זאָ ווייטער, זיי האבען געבויט טעמפלען פאר זיי אויף הויכע בערג אום נעהענטער צו זיין צו דיא געטער, אין דיא טעמפלען האבען זיך שטענדיג פער־האַלטען דיא הייליגע פריסטער, וואס זייער פליכט איז געוועזן מיט אלערליי קונצען, מיט בוקען זיך און קניען מיט געבעטען און געש־רייען צו מאכען דיא געטער וועיכער און גוטהערציגער צו דיא ארעמע מענשען. אפילו מיר אידען וואס אנערקענען נאר איין גאָט און האבען אוועקגעזעצט אים הייך, הייך אין הימעל צו הערשען איבער אלעם וואס קומט פאר אויף׳ן הימעל און אויף דער ערד, פערגעסען ניט ביז היינטיגען טאג צו שפרינגען צו דער ניי־געבארענער לבנה, צו שטעלען זיך דאוונען מיטן פנים צו מזרח וואנט וואו דיא זון גייט אויף.

אין געוויסע טעג אדער ימים טובים פלעגט דאס פאלק צו־

נויפקלייבען זיך אין דיא טעמפלען, צו העלפען דיא פריסטער בעטען דיא געטער אז זיי זאלען גוט זיין צו זיי, דורכצומאכען געוויסע צערעמאָניעס אונטער דיא אנפיהרונג פון דיא פריסטער צו דעמ־זעלבען צוועק. דיעזע פייער־טעג זיינען אם מייסטען פערבונדען מיט דיא וועקסלונגען אין דער לבנה און אין דער זון. דיא פיער שבתים אין מאנאט זיינען וואהרשיינליך געגרינדעט אויף דיא פיער פאזען אדער וועקסלונגען פון דער לבנה. דיא ערסטע וואָך ווערט זיא נייגעבארען און הייבט אן צו וואקסען ביז זיא דערגרייכט איהר ערסטען האלבען רעדעל, דיא צווייטע וואך וואכסט זיא אלץ ביז זיא ווערט פול און קיילעכדיג, דיא דריטע וואָך הייבט זיא אן אָב־צופאלען ביז זיא ווערט צוריק א האלבער רעדעל, דיא פערטע וואָך האלט זיא אלץ אין איין אבפאלען ביז זיא פערשווינדט אין גאנצען פון הימעל. דאס זיינען דיא געוויינליכע ימים טובים.*)

דיא גרעסערע פייערטעג זיינען פערבונדען מיט דיא וועקסלונגען פון דעם וויבטיגערען גאָט דיא זון, זיינע וועקסלונגען פערורזאַכען דיא פיער יאהרעסצייטען, פריהלינג, הערבסט, ווינטער און זומער; זייען און שניידען, דיא גאנצע ארבייט און לעבען פון דעם בויער היינגט אב אן זיי, און דאריבער זיינען דיא זון פייערטעג פיעל לייגנער און וויכטינער. דער גלויבען אז דיא הימעלשע קערפער ווירקען און הערשען איבער דער ערד איז געוועזן אזוי שטארק איינ־געווארצעלט אין דעם מענשען׳ס גערדאנקען אז אפילו אין דעם 17־טען יאהרהונדערט שרייבט איינער א בעוואוסטער אסטראלאג ביי־טעל פאלגענדעס: אלעס וואס וואַקסט, וואס לעבט און עקזיסטירט אויף דער ערד, כדומה דיא פעלדער, דיא גארטענס, דיא וועלדער, דיא בלומען, דיא גראזען, דיא בוימער, דיא פרוכטען, דיא בלעטער,

---

*) דאס ווארט מאנאט אין אלע שפראכען צייגט אויף דער לבנה. אין רוסיש בעצייכענט מען מיט דעמזעלבען ווארט мѣсяцъ דיא לבנה און דעם מאנאט; אין דייטש דער מאנד און דער מאנאט, אין ענגליש moon און month, אין העברעאיש דער ווארט חודש צייגט אויף דער נייגעבארענער לבנה, חוץ דעם וואס ירח (א מאנאט) און ירה (לבנה) זיינען דיא זעלביגע ווערטער.

דיא וואסערן, דיא קוואלען, דיא שטראמען, דיא אזערעס, דיא גרוי־
סע ימים, מענשען, פיע, אלעס, אלעס איז אונטערוואָרפען דעם
איינפלוס פון דיא הימעלשע ליכטיגע קערפער, וועלכע פיללען זיי
אן מיט אינערליכע קרעפטען, און אלעס וואקסט, ענטוויקעלט זיך
און פערבעסערט זיך נור דורך זייערע בעלעבענדע שטראהלען."

אט אזוי האט זיך אין דיא צייט פון'ם מיטעל אלטער*) אין
אייראָפּא שטארק ענטוויקעלט א פאלשע וויסענשאפט אסטראָלאָ־
גיע, וועלכע האט געלערענט וויא פאראויסצוזעצען א מענשען'ס
שיקזאל פון זיין געבורט אונטער דעם אדער יענעם שטערן און דיא
גרעסערע קיסרים פלעגען־האלטען ביי זיך אין הויף דיא אסטראלאגען.
מען דערציילט אז א מאל האט לודוויג דעם עלפטען'ס אסטראָלאָג
נביאות געזאגט, אז אין דעם און דעם טאג וועט שטארבען א געוויסע
דאמע וועלכע איז געוועזען זעהער נאהענט צום קעניג לודוויג, און
צופעליגער ווייזע האט דאס טאקי אזוי פּאסירט וויא דער אסטראָ־
לאָג האט פארויס געזאגט. דער קייזער ווערט שטארק בייז און
הייסט רופען דעם אסטראָלאָג און גיט א געהיימען בעפעהל זיין
לייב־גווארדע צו כאפּען דעם אסטראָלאָג, אריינזעצען איהם אין א
זאק און אראָבלאָזען אין וואסער, ווען ער וועט געבען דערצו א
געוויסען סיגנאל. דער אַסטראָלאָג איז געקומען. „דיר איז אזוי גוט
בעוואוסט דער שיקזאל פון אלע אנדערע מענשען. האט זיך צו
איהם געווענדט דער קייזער, זאג זשע מיר, וויא פיעל איז דיר
זעלבסט געבליעבען צו לעבען."

„מיין גנעדינער קעניג, האט איהם געענטפערט דער קלוגער
אסטראָלאָג, דיא שטערן האבען מיר בעוויזען אז איך מוז שטאר־
בען גראדע דריי טעג פריהער פאר אייער טויט." דער קעניג האט
ניט געוואגט געבען דעם צייכען צו זיין גווארדיע און האט נאך פון
יענער צייט אן אנגעפאנגען שטארק צו זארגען וועגען דעם אסטראָ־
לאָג'ס געזונדהייט און זעהען אז ער זאל האבען דיא בעסטע וויגאָ־
דעס. דער גרויסער אסטראָנאָם קעפּלער וואס איהם, וויא מיו־

*) דיא טויזענד יאהר ביז'ן סוף פונם 15טען יאהרהונדערט.

װעלען שפּעטער זעהען, האָט זיך איינגענעבען, צו ענטדעקען די װיכטיגסטע דריי געזעצע איבער די בעװעגונגען פון די פּלאַנע־טען, האָט זיך געמוזט װענדען צום הערצאָג װאַללענשטיין צו פער־נעהמען ביי איהם אַ שטעללע פון אַן אַסטראָלאָג אום צו פערדינען אויף ברויט. ער איז אָבער פערבליבען ביי זיין שטעלע נאָר אַ גאַנץ קורצע צייט, װייל דער גרויסער גענעראַל װאַלענשטיין האָט זיך גענייטיגט אין אַ ריכטיגען אַסטראָלאָג. דאָס האָט פּאַסירט אין יאָהר 1630 ניט מעהר װיא 270 יאָהר צוריק און דער גרויסער קעפּלער איז געשטאָרבען, לאָזענדיג אַ ירושה פון 7 קאָפּיקעס, די קליידער װעלכע ער האָט געטראָגען, 2 העמדער און 16 קאָפּיעס פון זיינע שריפטען. אמת, אַ ביסעל שפּעטער האָט מען איהם גע־שטעלט אַ רייכען מאָנומענט, מיט אַ טהייל פון די געלט װאָס מען האָט געספּענדעט אויף דעם װאָלט מען געקענט פיעל פערלענ־גערען זיין לעבען.

אָבער די זעלבע טעמפּלען װאו מענשען האָבען זיך געבוקט און זיינען געפאַללען אויף די קניע פאַר די געטער, װאָס זיי זעלבסט האָבען זיך בעשאַפען דורך זייער אונװיסענהייט, זיינען גע־װאָרען די ערסטע װינקעלעך װאו דעם מענשענ׳ס שכל האָט זיך אנגעהויבען צו ענטװיקלען. די פּריסטער זעלבסט האָבען גענומען האַדעװען אַן עויפעלע װעלכע איז אויסגעװאַקסען אַ מעכטיגער ריעז און האָט צושמעטערט אַלע טעמפּלען און פערשאָטען אונטער די חורבות אַלע פּריעסטער. צװישען די פּריעסטער װאָס האָבען פערבראַכט זייער גאַנצען לעבען אויף די הויכע בערג, האָבען זיך געפונען פיעלע װעלכע האָבען זיך ניט בעגנוגענט מיט בעװאונדערן די הימלען, מיט בוקען זיך צו די פאַרגעטערטע שטערן, און האָ־בען אנגעהויבען בענוצען דעם מענשליכען פערשטאַנד צו בעאָבאַכ־טען און צו דערפאָרשען די הימעלשע ערשיינונגען. און װיא געװיינליך, די נאַטור װעלכע ענטדעקט ניט איהרע סודות צו די װאָס האַלטען נאָר אין איין בעװאונדערן, און פאַרגעטערן זיא, פערלאָזט ניט אָהן בעלאָהנונג די װאָס זוכען מיט מיהע און געדולד זיא צו פערשטעהן, און עפענט איהרע טיעף בעגראָבענע אוצרות נאָר פאַר

דיא וואָס שטרעננגען אן אלע זייערע קרעפטען פון בעאָבאכטונג און דענקען דורך צודרינגען איהרע סודות,

דיא פריעסטער פון מצרים, אשור און בבל האבען זיך געפונען אין א גינסטיגע לאגע דיא שטערן צו בעאָבאכטען, ווייל אין דיא לענדער איז דער הימעל כמעט דעם גאנצען יאהר ריין און קלאר, וואָלקענס זיינען דארט פיעל זעלטענער וויא ביי אונז, און זיי האָבען טאקי פיעל אויפגעטאָן און דערגאנגען וועגען דיא לאגע פון פערשיעדענע שטערן, זיי האבען אויסגעטראכט גאנץ איינפאַכע אינסטרומענטען מיט וועלכע מי האט געקענט נאכפאָלגען דיא בעוועגונגען פון יעטווידער שטערן אין א קלארע נאכט.

אין דעם כינעזישען בוך מיט'ן נאמען שו־קינג ווערט דער־ציילט אז מיט 4036 יאהר צוריק זיינען צוויי האָף אַסטראָנאָמער כי און כאָ פערראורטהיילט געווארען צום טויט. מי האט זייביידען אבגעהאקט דיא קעפ דערפאר וואס זיי האבען פערגעסען פאר־אויסצוזאגען דעם ליקוי חמה וואס האט אין יענעם יאהר פאסירט. אין דיא כינעזישע שטאאט־כראָניק (ספר הזכרונות) איז דיא פאסירונג געשילדערט בזה הלשון: „דיא הערען כי און כאָ זיינען אראָבגעגאנגען פון דעם וועג פון טוגענד, זיי האבען פערנאכ־לעסיגט זייערע פליכטען, ווייל זיי האבען זיך איבערגעגעבען צו שיכרות, און האבען זיך בעוויזען נידריגער פון זייער הויכען אמט. אין דעם ערסטען טאג פון דעם ערסטען הערבסט־מאנאט האט זיך דיא לבנה און דיא זון צונויפגעטראָפען אונטער דיא גרופע שטערן־פאנג־. דאס פאלק איז פאנאנדערגעלאָפען פון שרעק, אנשטענדיגע לייט האבען געציטערט און געיאָמערט, דער באראבאן האט געפויקט אום אנצוזאָגען דיא בלינדע וועגען דיא שרעקליכע פינסטערנים, און כי און כאָ, פערגעסענדיג צום ערסטען מאל צו רעכענען דיא צייט נאך דיא שטערן, האבען זיך איינ־געפונען ביי זייער אמט, און האבען גאר נישט געהערט און גאר נישט געזעהען.“

איהר זעהט אז מיט מעהר וויא פיער טויזענד יאהר צוריק האבען דיא פריעסטער שוין געקענט נביאות זאגען וועגען דיא צייט פון ליקוי חמה אדער ליקוי לבנה. אַזוי האבען דיא פריעסטער פון

דיא פערשיעדענע אלטע אזיאטישע ציוויליזאציאָנען אנגעקליבען א גרויסע סומע פאקטען, און אויסגעפונען פיעלע געזעצען איבער דיא רעגעלמעסיגקייט אין דיא פערפלאָנטעטע בעוועגונגען פון דיא הי־מעלשע קערפער. מעהר פון אלעמען האבען זיך אויסגעצייכענט אין דער וויסענשאפט פון אָסטראָנאָמיע דיא פריעסטער פון מצרים און באלדעע.

אבער דיא אלע אנגעקליבענע פאקטען האָבען דיא פריעסטער אין יעדען לאנד געהאלטען וויא א גרויסען סוד, זיי האבען אנגע־ווענדט אלע קרעפטען קיינעס ניט צוצולאָזען צו דיא אוצרות פון זייער וויסענשאפט, אויסער מיטגליעדער פון דערזעלבער קאסטע *) פון פריעסטערטום, און דאס האט זיי פיעל געהאָלפען צו שטערקען זייער קאסטע, אויף װעלכע דאס פאָלק האט געקוקט וויא אויף מכשפים, אזוי האט מען איבעראל בעטראכט דיא פריעסטער אדער מאגען פון באלדעע,—פון זיי שטאמט דאס וואָרט מאגיקער, אָדער קונצען מאכער—און דיא חרטומי מצרים.

און דאָס פאָלק האט זיך אין זיי שטארק געניטיגט, ווייל זיי אליין האבען געוואוסט וויא צו רעכענען דיא יאהרען, ווען צו מאכען א קורצערען יאהר און ווען א לענגערען, אין וועלכען טאָג עס פאנ־גען זיך אָן דיא יאהרעסצייטען, מיט וועלכע עס זיינען שטארק פערבונדען דיא געשעפטען פון דיא פעלד־ארבייטער, דיא ים־רייזענ־דער א. ז. וו., זיי האבען געוואוסט אין וועלכען טאָג עס דארף געפייערט ווערען דער אָדער יענער יום טוב, זיי האבען נביאות גע־זאגט וועגען דיא ליקוי חמה א. ז. וו.

מיר וואס ברויכען נור צו קויפען פאר א סענט א לוח אום פינקטליך צו וויסען יעדען טאג אין יאהר קענען זיך ניט פאָרשטע־לען וואס פאר א שווערע זאך דאס איז געוועזן איינצופיקסען דעם יאהר לויט דיא בעוועגונגען פון דער זון און דער לבנה.

פון דיא אזיאטישע פריעסטער איז דיא וויסענשאפט פון אסטראָנאָמיע אריבערגעגאנגען צו דיא גריעכען און בעזאָנדערס האט

*) א קלאס, א געוויסע אבטהיילונג פון'ם פאָלק.

דיא וויסענשאפט געבליהט אין אלעקסאנדריע (אין מצרים) אונטער דיא רעגיערונג פון דיא טאלמיי׳ס. נאך דריי הונדערט יאהר פאר קריסטוס׳עס געבורט געפינען מיר צוויי גרויסע אסטראנאמען, טי־מאכארים און אריסטילל. דער טימאכארים האט נאך אין יענער צייט געהאלטען פון דער מיינונג אז דיא ערד דרעהט זיך ארום דער זון און ניט פערקעהרט. הונדערט יאהר נאך דיא צוויי גרויסע אסטראנאמען פון גריכענלאנד, האט זיך געיאוועט עראטאספען, וועלכער האט דער ערסטער פארגעשלאגען א פלאן וויא צו מעסטען דיא ערד. זיין נאכפאלגער היפפארכוס׳ן וועלכער האט געלעבט איבער צוויי טויזענד יאהר צוריק מעג מען אן צווייפעל רעכענען פאר דעם גרעסטען פארשער און דענקער אין אסטראנאמיע. ער האט ענט־דעקט א נייעם שטערן, איהם איז דעם ערסטען איינגעפאלען א פלאן צו מאלען קארטעס פון דיא הימעלשע שטערן וואו יעדע שטערן פארנעהמט זיין פינקטליכע לאגע, גראדע וויא מיר צייכענען דיא ערדקארטעס, ער האט ענטדעקט נאך פיעלע און פיעלע אנדע־רע זאכען איבער דיא בעוועגונגען פון דער לבנה, איבער דיא וועגען אין וועלכע דיא פלאנעטען דרעהען זיך א. ז. וו. א. ז. וו.

130 יאהר נאך קריסטוס׳ס געבורט האט קלאודיאוס פטאלאמעיי ארויסגעגעבען זיין בעריהמטען ווערק Amegale Syntaxis—דיא גרויסע געביידע — און ער איז פערבליבען דער גרעסטער אווטאריטעט אין אסטראנאמיע ביז קאפערניק׳ס צייטען, דאס הייסט אין א משך פון איבער 13 הונדערט יאהר. פטאלאמעיי׳ס ענטדעקונגען זיינען זעהר וויינינג. אין פעהינקייטען, אין טאלאנט, שטעהט ער פיעל נידעריגער פון היפפארכוס׳ן; דיא ארגומענטען מיט וועלכע ער קעמפפט געגען טימאכארים׳עס לעהרע אז דיא ערד בעוועגט זיך ארום דער זון זיינען שוואך און קינדיש, אבער וויל ער האט צונויפגעשטעלט אין איין סיסטעם אלעס וואס עס איז אונטערזוכט געווארען ביז איהם, וויל ער האט ארויסגעגעבען אין איין דיקען בוך דיא גאנצע וויסענשאפט פון אסטראנאמיע, איז ער פארבליבען פאר אזא לאנגע צייט דער גרעסטער אווטאריטעט אין אסטראנאמיע.

דערצו האט פיעל געהאלפען דער גייסט פון׳ם קריסטענטהום,

וועלכער חאָט זיך אַלץ פערשטאַרקט אין אייראָפּאַ. פּטאָלאָמעי׳ס לעהרע, אז דיא ערד פערבלייבט רוהיג אין מיטען פון דער וועלט און דיא זון, דיא לבנה, אלע שטערן, אלע פּלאַנעטען דרעהען זיך ארום איהר האָט אויסגענומען ביי דיא קריסטען ווייל זיא שטימט מיט דער תורה, אויסער דעם האט דער רעליגיעזער פאַנאַטיזם, וואָס איז געגרינדעט אויף׳ן בלינדען גלויבען אין דיא אלטע שריפטען און אוטאָריטעטען, געבראַכט דערצו אז דער גייסט פון פרייען פאָרשען און פון זעלבסטשטענדיגען דיינקען איז כמעט אָבגעשטאָרבען; דיא אינטעללעקטועלע קרעפטע זיינען געוועזען איינ־געטאָן אין פורקען זיך אין דיא אַלטע הייליגע שריפטע, אויף וועלכע מי האָט אָנגעמאַכט טויזענטער פירושים, אָבער זעהר ווענינ אָריגינעלע ווערקע זיינען ארויסגעגעבען געוואָרען. יעדעס ווערק וואָס איז בעדעקט מיט דעם שימעל פון אַלטקייט, האָט זיך גערעכענט פאַר הייליג. און נאָך דער זעלבער לאָגיקע נאָך, מוז אויסקומען, אז וואָס מעהר א בוך איז פערשימעלט, אלץ הייליגער און וויכטיגער מוז מען עס בעטראַכטען.

יעדער ערענסטער רעליגיעזער מאַן האט א געוויסע פעראַכטונג פאַר דיא וואָס פאָרשען און שטודירען דיא ארומיגע וועלט, אין זיינע אויגען האָט דיא שווערע און גערולדיגע אַרבייט פון אונזער פערשטאַנד, וואָס שטרענגט זיך אָן צו פערשטעהען דיא ארומיגע נאַטור, א קליינע ווערדע, זיין אויפגערעגטע נשמה איז אזוי פערטאָן אין וויכטיגערע פראַגען וועגען דיא צוקונפטיגע וועלט, וועגען זיינע מעשים טובים אום צו פערדינען יענע וועלט, אין צוהערען זיך צו דיא אינערליכע שטימען פון זיין אייגענע אויפגערעגטע זעעלע, אז איהם קימערט ווייניג דיא וועלט וואָס געפינט זיך ארום איהם. זיין גאַנצער צוהיצטער וועזען שטויסט איהם אָפּ פון דער געלאַסענער און רוהיגער ארבייט פון שטודירען. דאָס איז גרעסטענטהיילס דיא אורזאַכע וואָס מעהר וויא 13 הונדערט יאָהר זיינען פאָראיבער גע־גאַנגען פון פּטאָלאָמייען ביז קאָפּערניקען, אין וועלכע דיא וויסענ־שאַפט פון אַסטראָנאָמיע האָט אבסאָלוט קיין שום פּראָגרעס ניט געמאַכט.

אבער נאך דער ענדעקונג פון אמעריקא, ווען אייראפא האט זיך אויפגעכאפט וויא א ריעז נאך אזא לאנגען שלאף, האט זיא געבארען אין א גאנץ קורצער צייט, אין וועניגער פון 200 יאהר פיער פון דיא גרעסטע מוחות פון דער וועלט; קאפערניקען, גאלילעען, קעפלער'ן און דעם קרוין פון אלעמען—ניוטאנען.

אין דיא נעקסטע ביכלעך וועלען מיר פרובירען קריגען א קורצען בעגריף וועגען דיא וויכטיגסטע ענדעקונגען אין אסטראנאמיע ביז ניוטאן'ען. דא וועל איך זיך נאר אבשטעלען אום צו ערקלערען אין וואס בעשטעהט אייגענטליך דער גלענצענדער געדאנקען פון ניר־טאן, וועלכער, וויא מיר האבען פריער געזאגט, האט געמאכט א גרויסען איבערקעהר אין דער געשיכטע פון'ם מענשליכען דענקען.

גאר אין דיא ערשטע צייטען ווען מענשען האבען נאך ניט געהאט קיין אהנונג וועגען א וויסענשאפטליכען שטודירען פון דיא הימעלשע ערשיינונגען, האט געוויס געמוזט הערשען דיא אידעע אז דארטען צין דיא הימלען שפיעלען זיך וואונדערליכע און געהיימניס־פאלע קרעפטען. ער, דער אוראלטער מענש האט אפילו ניט געקענט מאכען אן אונטערשיעד צווישען דיא וואלקענס וועלכע געפינען זיך ניט מעהר וויא א פאר מייל פון דער ערד און דיא שטערן וועלכע זיינען טויזענדער ביללי‏אנען מיילען ערוויטערט פון אונז, אין זיינע אויגען איז אלעס וואס קומט פון אויבען, עפעס א וואונדערליכע הימעלשע ערשיינונג, און ער האט געזעהען אין דיא בלישצענדע שטערען, אין דער העלער זון, אין דעם ליכטיגען מארגען־שטערען, אין דער בלאסער לבנה, אין דעם שרעקליכען דונער און בליץ, אין רעגען און שניי, אין שטורעם און ווינד, אלץ פערשידענע מעכטיגע גייסטער העכער און שטארקער פון איהם וועלכע עס איז אונמעגליך צו קאנטראלירען, וועלכע ער האט געגרעכענט פאר מלאכים, אויב זיי האבען געבראכט נוצען פאר איהם, אדער שדים אויב זיי זיינען געווען שעדליך צו זיין לעבען.

שפעטער, ווען מענשען האבען זיך גענומען צום שטודירען דיא הימעלשע ערשיינונגען, און האבען אויסגעפונען אז דיא הימעלשע קערפער בעוועגען זיך מיט אזא זאנדערבארערע רעגעלמעסיגקייט און

פינקטליכקייט, אז עס איז מעגליך גענוי צו זאָגען, אז אין דעם און דעם טאָג, אין דעם און דעם מאָנאַט וועט זיך דיא שטערען געפינען גראַדע אויף דעם און דעם פונקט אויף׳ן הימעל, האָט מען אַלץ מעהר און מעהר ענטדעקט געזעצע וועלכע רעגולירען דיא בעוועגונג פון דיא פערשידענע מינים שטערן, האָט מען אַלץ מעהר דערוואוסט וועגען דיא וועגען אָדער רעדלעך (גלגלים), אין וועלכע זיי דרעהען זיך, וועגען זייער צייט, וועגען זייער ווייטקייט א. ז. וו. אבער דאָך זיינען זיי פערבליבען בייַ דער זעלבער מיינונג, אַז דיא קרעפטען וואָס פיהרען און דרעהען דיא הימעלשע קערפּער זיינען זאָנ־דערבאַרע, אזוינע פון וועלכע מיר קענען קיין בעגריף ניט האָבען, ווייל דאָ אויף אונזער ערד קען מען ניט געפינען עטוואָס עהנליכעס צו דיא וואונדערליכע קרעפטען וואָס הערשען און בעוועגען דיא הימעלשע קערפּער.

אַלזאָ צוזאַמען מיט דיא דיכטער וואָס האָבען געזונגען ענטציקט און ערשטוינט פון דיא שיינע און פּראַכטפאָלע געהיימניסע פון דיא הימלען, מיט דיא פּריסטער וואָס האָבען אָנגעצייגט אויף׳ן הימעל וויא אויף דעם טראָהן פון גאָט, וועלכער הערשט און בעוועגט אלעס, האָט דיא וויסענשאַפט מיט אַלע איהרע ענטדעקטע געזעצע אין איהר שפּראַכע געמוזט אנערקענען דעם זעלבען פּרינציפּ אַז הימעל און ערד שטייען אָפּגעזונדערט.

דער ריעז וואָס האָט שטעהענדיג מיט דיא פיס אויף דער ערד דערגרייכט מיט׳ן קאָפּ דיא הימלען, דער מאַן וואָס האָט אריבערגע־וואָרפען א לייטער פון דער ערד ביז דיא העכסטע שטערען, איז ארויפ־געקלעטערט אויף׳ן הימעל און האָט פון דאָרטען אראָפּגעשליידערט דיא געטער אָנצייגענדיג זיי אַז זייער אָרט איז דאָ אויף דער ערד, איז סער אייזאק ניוטאָן.

ער האָט פאַראייניגט הימעל און ערד, האַבענדיג בעוויזען מיט שטאַרקע און קלאַרע בעווייזע אז דאס זעלבע קראַפט וואָס מאַכט דעם שטיינדעל פאַלען דאַ בייַ אונז אויף דער ערד, וואָס מאַכט וואַסער רינען פון א הויכען פלאַץ צו א נידריגערען, מאַכט אויך דיא לבנה זאָל זיך דרעהען אין איהר קרייז אַרום דער ערד, און דיא פּלאַנעטען אין

זייערע בעזונדערע קרייזען ארום דער זון: דערזעלבער ניוטאן וואס האט אזוי קלאר געמאכט דיא ערשיינונגען פון פאלען דורך זיין געזעץ פון אינערציע און צוציהונג־קראפט (זעה דעם ערסטען ביכעל) האט אויף־געהויבען זיין שארפען, געניאלען בליק צום הימעל און האט דערזעהען אז מיט דיא זעלבע צוויי געזעצע פון אינערציע און צוציהונג־קראפט ווערט אלעס, אלעס קלאר אין דיא פערפלאָנטערטע בעוועגונגען פון דיא פערשידענע הימעלשע קערפער, אז אלע רעגעלמעסיגקייטען און אפילו דיא אונרעגעלמעסיגע פערפלאָנטערונגען וועלכע זיינען ענטדעקט געווארען טויזענטער יאהרען פאר איהם, אלע געזעצע פון קאפערניקען און קעפלער'ן זיינען ניט מעהר וויא רעזולטאטען פון דער איינפאכער קראפט וועלכע מיר בעאבאכטען דא אויף דער ערד אויף יעדען שריט און טריט.

II.

ווארום דרעהט זיך דיא לבנה און דיא פּלאַנעטען אין רעדלעך?

איהר געדענקט דאך פון דעם ערסטען ביכעל אין וואס ג.ס בעשטעהט ניוטאָן׳ס געזעץ פון אינערציע. נאך דעם געזעץ נאך וועלכער איז בעוויזען געווארען מיט פיעלע פאקטען פון אונזער אלטעגליכען לעבען, מוז זיך יעדע זאך וואס איז בעוועגט געווארען דורך איין איינצעלנער קראפט אימער בעוועגען און א גלייכער ליניע און אלץ מיט דער זעלבער געשווינדקייט וואס דער שטויס פון דער קראפט האט איהר געגעבען. היינט פרעגט זיך דאך ווארום זאלען עפּעס דיא פּלאַנעטען און דיא לבנה דרייען זיך אין קרייזען און ניט בעוועגען זיך אין א גלייכער ליניע?

ניוטאן ערקלערט דאס אזוי איינפאך אז מ׳ וואונדערט זיך וויא אזוי עס האבען געקענט פארביינטהן הונדערטער יאהרען און קיינעם איז ניט געלונגען דאס צו טאן. אזוי אבער געהט דאס אימער צו מיט דיא גרעסטע וואהרהייטען. ווען זיי ווערען ענטדעקט, און מען זעהט וויא איינפאך זיי זיינען, הייבט מען זיך אן וואונדערן ווארום האט דאס געדויערט אזוי לאנג ביז מען האט זיי אויסגעפונען?

בעטראכט אייגענטליך וואס איז א קרייז אדער ערגעץ געקרימטע ליניעס? אין מאטעמאטיק זיינען בעוואוסט פערשידענע קרומע ליניעס, וועלכע אונטערשיידען זיך פון דיא אנדערע אין געוויסע הינזיכטען און וועלכע טראגען פערשידענע נעמען: א פאָלקאָמענער קרייז, אן עלליפּס א פּאראבאָלע, א היפּערבאָלע א. ז. וו. — אבער סיי א פאלקאמענער קרייז סיי וועלכע עס איז קרומע ליניע צייכענען זיך אויס דערמיט וואס

זיי קריכען אראפּ אין יעדער פּינטעלע פון דעם גלייכען וועג, וואס אין יע־דען פּלאץ בייגען זיי זיך אפּ פון דער גלייכער ליניע.

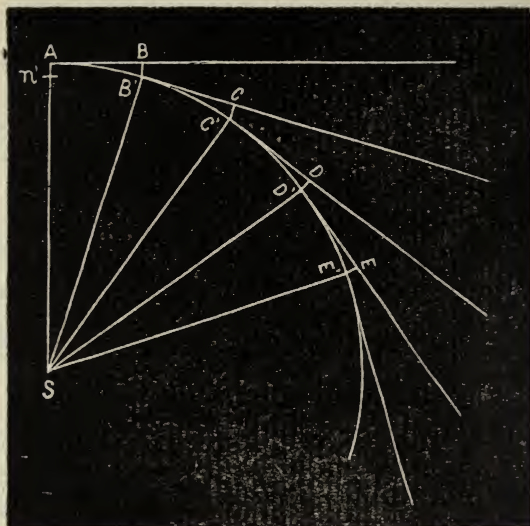
אויב דיא זאך וואס בעוועגט זיך קריכט אראפּ פון דער גלייכער ליניע אין יעדער פּינטעלע מיט דערזעלבער מאס דאן הייסט דאס אז דיא זאך בעוועגט זיך אין א פאלקאמענעם קרייז און אויב דיא זאך וואס בעוועגט זיך בייגט זיך אפּ פון דער גלייכער ליניע אין אייניגע פּלעצער מעהר, און אין אנדערע פּלעצער ווייניגער, הייסט דאס אז זיא בעוועגט זיך אין אנאנדער מין קרומער ליניע ניט אין א קרייז. אלס א ביישפּיעל פון אן אנדערק רומער ליניע, ניט א קרייז קענט איהר נעהמען אן איי. ביי דיא עקען איז דיא איי מעהר אפּגעבייגט פון א גלייכער ליניע, אין מיטען אין זיא נעהנטער צו א גלייַכער ליניע, און זעהט אויס דאריבער מעהר פלאך אין מיטען וויא ביי דיא שפּיצען, אדער אן אפּעלסין, וועלכער איז דער היפּך פון אן איי, מעהר געקרימט אין מיטען און פלאכער ביי דיא עקען. אזעלכע בעשטימטע קרומע ליניעס וואס זיינען עהנליך צו א איי אדער אן אפּעלסין הייסען עלליפּסען געקרימט אין מיטען און פלאכער ביי דיא עקען.

אלזא ערקלערט ניוטאן, לאָמיר נעהמען דיא לבנה וואס דרייט זיך אין א געוויסער קרומער ליניע, וועלכער הייסט עלליפּס ארום דער ערד אדער דיא פּלאנעטען וואס רריייען זיך אויך אין עללי פּסען ארום דער זון און אללע אנדערע לבנות וואס דרייען זיך ארום דיא פּלאנעטען. וואָל־טען זיי זיך בעוועגט נור פון איין קראפט האבען זיי געדארפט אימער בע־וועגען זיך אין א גלייכע ליניע נאך'ן געזעץ פון אינערציע נאך. אָבער אזוי וויא מיר ווייסען אז זיי דרייען זיך אין עלליפּסען, מוז דאס זיין ווייל עס עקזיסטירט א אנדער קראפט, וועלכע ווירקט אויף זיי אין יעדען מאמענט און צווינגט זיי אפּצובייגען זיך פון דער גלייבער ריכטונג. דיא קראפט וואס שלעפּט זיי אראפּ פון דער גלייכער ליניע איז דיא זעלבע צוציהונג קראפט וואָס מאכט דעם שטיינדעל פאלען צו דער ערד. מיט אנדערע ווערטער אינערציע און דיא צוציהונג קראפט ערקלערען דייטליך ווארום דיא לבנות, דאס הייסט דיא הימעלשע קערפּער וואס דרייען זיך ארום דיא פּלאנעטען און דיא פּלאנעטען, דאס הייסט דיא הימעלשע קערפּער וואָס דרייען זיך ארום דער זון מוזען זיך בעוועגען אין געוויסע קרומע ליניעס.

דיא צוויי פיגורען ווערען דאס אייך בעסער געבען צו פארשטעהען דער קרייז T שטעללט פאר דיע ערד. דער קליינער קרייז L אויבען אויף דער ערסטער פיגורע שטעלט פאר דיא לבנה. אויב דיא ערד וואלט ניט געהאט קיין קראפט צו צוציהען צו זיך דיא לבנה, וואלט דיא לבנה בעוועגט זיך אין א גלייכער ליניע, און אין א געוויסער צייט, לאָמיר זאָגען איין א סעקונדע, וואלט זיא זיך בעדארפט געפינען אין פונקט A. אבער אזוי וויא אין דער ווירקליכקייט דרייט זיך דיא לבנה L אין אן עליפס, און קעהרט זיך אב יעדען מאמענט פון דער גלייכער ליניע AL, וועט זיא זיך געפינען צום ענדע פון דער סעקונדע ניט אין פונקט A, זאנדערן אין פונקט B. קוקט זיך צו צו דער פיגור, וועט איהר זעהען וויא ריכטיג און וויא איינפאך איז ניוטאן׳ס געדאנק, אז אייגענטליך איז דיא לבנה אראָבגעפאלען צו דער ערד אין דער סע־קונדע אזוי פיעל וויא גרויס עס איז דיא ליניע BA.



וואס איז ריכטיג וועגען דער לבנה, איז אויך ריכטיג וועגען דיא פלאנעטען וואס דרייען זיך ארום דער זון. אין דער צווייטער פיגורע שטעלט S פאר דיא זון און פונקט A וועלכע עס איז פלאנעטע. נאך אינערציע נאך האט דיא פלאנעטע A געדארפט זיין לאָמיר זאָגען אין א סעקונדע אין פונקט B פון דער גלייכער ליניע AB, אבער אין דער



ווירקליכקייט געפינט זיא זיך אין פונקט B', הייסט דאס דען ניט אז דיא פלאנעטע איז אראבגעפאלען צו דער זון דיא גרויס פון דער ליניע BE' אין איין סעקונדע.

ווען דיא פלאנעטע געפינט זיך שוין נאך דער ערסטער סעקונדע אין B', האט זיא בעדארפט נאך אינערציע נאך קומען צום פונקט C אם ענדע פון דער צווייטער סעקונדע, אבער ווייל זיא איז אין דערזעלבער צייט אראבגעפאלען צו דער זון א שטח פון CC' געפינט זיא זיך אין אמת'ן אין פונקט C', און אזוי גייט דאס ווייטער צו פון C' צו D', פון D' צו E' א. ז. וו.

אזעלכע בעוועגונגען אין קרומע ליניעס קען מען זעהען אין פיעלע פעללע דא ביי אונז אויף דער ערד, און מען דארף גאר ניט אנקומען צו דער לבנה אדער דיא ווייטע פלאנעטען אום אזעלכע בעוועגונגען צו בעאבאכטען און שטודירען,

ווענען פון אייך וואָס האט געהאט דעם גליק געבארען צו ווערען אין א קליין שטעטעל אין רוסלאנד, איז ניט בעקאנט דיא פיגורע פון דעם ערל דעם וואסערטרעגער, און פון אונזער פערשמאכטען אידעל רעם וואסערפיהרער. קוקט זיך צו צום שטראם וואסער וואָס קומט ארויס מיט אזא האסטיגקייט פון דעם וואסערפיהרער׳ס פעסעל דורך דער לאך אין זייט פון פעסעל לעבען איהר דעק, ווען ער נעהמט ארויס דעם שפונט מיט וועלכען ער פערקלאפט דיא לאָך, און איהר וועט זעהען אז דער שטראָם פליסט אין א קרומער ליניע, נאָהענט פון דער עפענונג גאנץ וויייניג אבגעבויגען פון א גלייכער ליניע, אבער נאענטער צום עמער זעהער שטארק געקרימט און איינגעבייגען צו דער ערד. דאָ קומט פאר אין א קלענערען מאָס (מאשטאב) דאס זעלבע וואָס מיט דער לבנה און מיט דיא פלאנעטען אויף זייער גרויסען שטייגער־

דער דרוק פון דער מאסע וואסער וואָס געפינט זיך העכער פון דער עפענונג פון דער פעסעל שטויסט ארויס דעם שטראָם וואסער פון דער עפענונג מיט א געוויסער קראפט. ארויסקומענדיג פון דער לאך מוז זיך דער שטראם וואסער, כאטש ער האט אוף זיך מעהר קיין שום דרוק ניט, פליסען אין א גלייכער ליניע נאך דעם געזעץ פון אינערציע נאך, אבער דיא צוציהונג־קראפט פון דער ערדווירקט אויף׳ן שטראם אָהן אָן אויפהער און שלעפט איהם אימער צו אראָב פון דער גלייכער ליניע צו דער ערד צו. אין דיא ערסטע מאָמענטען ווען דער פאללען פון דעם שטראָם איז אונגעהייער קליין וויא איהר ווייסט פון דעם געזעץ פון פאלען לויפט ער וויייניג אָבגעקרימט פון דער גלייכער ליניע, אבער אין דיא לעצטע מאמענטען ווען דער פאלען פערגרעסערט זיך אלין בכפל־כפלים הייבט אן דער שטראָם צו רינען שטארק געבויגען צו דער ערד.

ווען דיא פייער־מאשינען שטויסען ארויס מיט אזא האסטיגקייט דעם שטראם וואסער פון דער גרויסער פייער־קישקע, געהט ארויס דער שטראם מיט אזא לארם און מיט אזא שטאָלצקייט גלייך וויא ער וואלט זיך בעשלאסען אויס צו לאכען זיך פון דער ערד, ארופצוכאפען זיך אויף׳ן הימעל און אָנטאָן דארטען צרות, פארלעשען דיא זון דיא שטערן, צוברעכען דיא וואָלקענס פארפלייצען דיא הימלען, אָבער זייז

שטאָלצקייט ווערט אין א קורצער צייט געבראָכען דורך דער צוציהונג־קראפט פון דער ערד, און ער מוז זיך שנעל אונטערגעבען און איינ־ביינגען זיך צו דער ערד צו און ער שיפּעט און הוזשעט ווען דיא ערד צווינגט איהם צו טאָן עטוואס מעהר נוצליכעס צו לעשען דיא ברע־נענדיגע הייזקע דא אויף דער פינסטערער ערד אנשטאט דיא ברענענ־דידיגע שטערען אין הימעל.

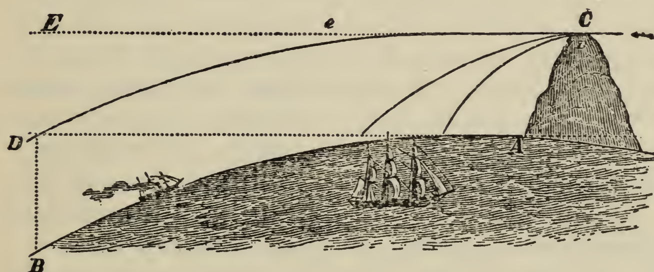
דאס זעלבע בעוועגען זיך אין קרומע ליניעס קענט איהר בע־מערקען אין דעם שטראם וואסער וואָס פאלט פון דער סאזשעלקע אויף'ן ראד פון דעם וואסער־מיל, אין אלע וואסערפעלע, ווען גאנצע טייכען אדער קלענערע שטראמען פאלען אראָפּ פון הויכע פּלעצער אַרונטער אין אבגרונד. דאס זעלבע טהוט יעדער קאנאָנען קויל, יעדער שטיינדעל וואָס איז געווארפען נעווארען ניט גלייך צו דער ערד צו זיי בעוועגען זיך אלע אין מעהר אדער וויינינער געקרימטע ליניעס און אלע דורך דיא ווירקונג פון דיא זעלבע געזעצע פון אינערציע און צוציהונג־קראפט.

פיעלע קענען אָבער איין זאך ניט בעגרייפען וועגען דיא בעוועגונג פון דיא לבנות און פּלאנעטען. זיי קענען ניט פארשטעהען וויא קען דאס געמאַלט זיין אז א זאך זאל אימער פאלען און קיין מאל ניט אראָבפּאלען. אין דיא ביישפּיעלע פון דיא קאנאנען־קוילען אדער פון דיא וואסערפעלע א. ז. וו. זעהען מיר דאך אז זיי פּאלען טאקע צו דער ערד אין א גאנץ קורצער צייט. וויא אזוי אָבער קומט דאס אויס אז דיא לבנה פאלט אימער צו דער ערד, און דאך פאלט זיא קיין מאָל ניט אראב צו דער ערד, קומט קיין מאל ניט נעהענטער צו איהר. וויא אזוי קען מען דאס ערקלערען, וואס דיא לבנות און דיא פּלאנעטען פערבלייבען אימער אין דער זעלבער ווייטקייט פון דער ערד אָדער פון דער זון און דרעהען זיך אייביג אין דיא זעלבע קרייזען.

עס איז אמת זיי זיינען פּיעל, פּיעל, ווייטער פון דיא צוציהענדע קערפּער וויא דיא העכסטע פאלענדע זאך וואס מיר בעאָבאכטען דא אויף דער ערד, נו אויב זיי זיינען ווייטער, דענקט דער געוויינליכער לעזער וועלכער איז ניט קיין מאטעמאטיקער, האט דאס געדארפט נעה־מען א לענגערע צייט ביז זיי זאלען אראָבפּאלען צו דער ערד אָדער צו

ד'ער זון, אבער פאר וואס זאלען זיי זיך אייביג בעווענען אין דיא זעלבע קרייזען און קיין מאָל ניט אראבפאלען?

דיא פאלגענדע פיגור וועט אייך העלפען פערשטעהען דיא פאלקאָ־מענע מעגליכקייט אז א זאך זאל געווארפען ווערען דא אויף דער ערד מיט א געוויסער שנעלקייט און זיא זאל זיך אימער דרעהען ארום דער ערד. דאס הייסט אימער פאלען צו דער ערד און קיין מאל ניט אראב פאלען.



דיא פיגור שטעלט פאר א הויכען בארג אויף'ן ברעג ים. לאָ מיר זאגען דער בארג איז 1000 פוס; הויך. פונקט A איז דער פוס פון בארג און פונקט C איז זיין שפיץ. אויף דער פיגור זיינען דורכגעפיהרט געווארען צוויי גלייכע ליניעס, דיא גלייכע ליניע A D פון פוס פון דעם בארג און C E איז דיא גלייכע ליניע פון שפיץ פון בארג. איהר זעהט אז דיא ערד מיט'ן ים זייענדיג קיילעכדיג בייגט זיך אלץ מעהר און מעהר אב פון דער גלייכער ליניע A D. א פאָר מייל פון בארג איז ניט צו בעמערקען איהר קרומקייט, אָבער וואס ווייטער ווערט איהר אָבפאלען פון A D גאנץ בעדייטענד. אזוי וויא דיא גרויס פון דעם גאנצען קרייז פון דער ערד איז גענוי אויסגעמאָסטען, קען מען לייכט אויס־רעכענען וויא שטארק דיא ערד פאלט אב פון דער גלייכער ליניע אין א געוויסער שטרעקע, נעמליך עס איז אויסגערעכענט געוואָרען אז אין יעדע פינף מייל בייגט זיא זיך אב אונגעפעהר 16 פוס פון דער גלייכער ריכטונג. היינט שטעלט אייך פאָר אז פון שפיץ בארג זאָל מען

אויסשיסען פון א הארמאט מיט אזא קראפט אז דער קויל זאָל פליהען מיט דיא געשווינדקייט פון פינף מייל א סעקונדע.

גלייך וויא דער קויל הייבט אָן צו טראגען זיך, איז ער געוועזן 1000 פוס ערווייטערט פון דער ערד, ווייל דער בארג איז 1000 פוס הויך. אין א סעקונדע ארום וועט דער קויל אבפליהען פינף מייל און וואָלט זיך געפינען אין פונקט .e אויף דער גלייכער ליניע .E. C אבער אזוי וויא דיא ערד וועט איהם אראָפּשלעפּען פון דער גלייכער ליניע וועט ער זיך געפינען אויף דער קרומער ליניע .C D

מיר ווייסען דאָך אבער פון דעם געזעץ פון פאלענדע קערפּער אז אין איין סעקונדע פאלען אלע זאכען אראָפּ 16 פוס צו דער ערד צו, הייסט דאס אז דער קויל וועט זיך געפינען אויף דער קרומער ליניע .CD 16 פוס אונטער פונקט .e פארגעסט אבער ניט אז אַם ענדע פון דער ערסטער סעקונדע איז דער קויל אבגעפלויגען פינף מייל פון בארג און ער געפינט זיך דאָ ניט אנטקעגען A דעם פוס פון בארג נאָר אנטקעגען א פונקט פון דער ערד וואס איז פינף מייל ערוויי־טערט פון A. און אזוי וויא מיר ווייסען אז דיא ערד בייגט זיך אב פאר יעדע פינף מייל 16 פוס פון דער גלייכער ליניע, וועט דער פונקט פון דער ערד אנטקעגען דעם קויל אויך זיין 16 פוס אונטער דער גלייכער ליניע .A D, און דאריבער וועט דער קויל נאך דער ערסטער סעקונדע פליהען אלץ בלייבען 1000 פוס הויך פון דער ערד גראדע וויא אם אנפאנג פון זיין פליהען.

אין דער צווייטער סעקונדע וועט דער קויל אבפליהען נאך פינף מייל פון בארג און וועט זיך אראָבלאָזען נאך 16 פוס פון דעם פונקט וואו ער געפינט זיך צום ענדע פון דער ערסטער סעקונדע אָדער 48 פוס פון דער ליניע EC, (זעה דעם ערסטען ביכעל; „וויא קערפּער פאַלען״) אבער דיא ערד וועט זיך אויך אפּבייגען 48 פוס מעהר פון A D, דיא קוגעל וועט זיך געפינען אין פונקט D און דיא ערר אנטקעגען אין פונקט B, אלץ טאקע ערווייטערט 1000 פוס איינע פון דיא אנדערע און אזוי וועט דאס געהען ווייטער, דער קויל וועט אימער פאלען צו דער ערד, אָבער וועט קיינ־מאל ניט אראָב פאלען צו איהר, און וועט פאַרבלייבען דיעזעלבע 1000 פוס העכער פון איהר. און אזוי וואָלט פון דעם קאנאָנען קויל געוואָרען א

קליינינקע לבנה, וואס וואָלט זיך אימער געדרעהט ארום דער ערד, דאס הייסט אימער פאלען צו איהר און קיינמאל ניט אראָבפאלען.

דיזע פּיצינקע לבנה וואָלט גאנץ שנעלל געמאכט איהר קרייז ארום אונזער ערד. אזוי וויא זיא האט אַ געשווינדקייט צו מאכען פינף מייל א סעקונדע, הייסט דאס אז אין א שטונדע וואָס בעשטייט פון 3600 סעקונ־דען וואָלט זיא דורכגעמאכט א שטח פון 3600 מאל פינף מייל אָדער אכ־צעהען טויזענט מייל און אין וויינינער פון צוויי שטונדען וואָלט זיא צוריק־געקומען צום פּלאַץ פון וואנען זיא האט אָנגעהייבען איהר רייזע ארום דער ערד, ווארום דיא גאנצע ערד ארום און ארום קומט נאָך ניט צו דרייסיג טויזענט מייל, זיא אין דער ווירקליכקייט א ביסעל וויינינער פון 25000 מייל. מיינט אבער ניט אז עס איז לייכט דורכצופיהרען אזאַ פּלאַן און אין דער ווירקליכקייט צו פאבריצירען אזוינע לבנות.

ערשטענס האבען מיר נאָך דערוויילע ניט קיינע מיטלען ארויס־צושליידערן א קויל מיט אזאַ געשווינדקייט וויא פינף מייל אַ סעקונדע אדער 300 מייל א מינוטע. דאס איז אבער ניט קיין גרויסע צרה, אפילו יעצט זיינען מיר גאָר ניט אזוי ווייט אז מען זאל ניט האבען קיין האָפענונג ווען עס איז אים שטאנדע צו זיין צו שליידערן זאכען מיט אַ געשווינדקייט פון פינף מייל אַ סעקונדע. היינטיגען טאָג קען מען שיסען מיט א געשווינדקייט פון מעהר פון א האלבען מייל אַ סעקונדע.

דיא צווייטע הינדערניס איז שוין יא אזאַ ערנסטע אז מיר מוזען א־געבען אלע האָפענונגען ווען עס איז צו ווערען פאבריקאנטען פון לבנות. דאס איז דיא הינדערניס פון לופט, וואס רינגעלט ארום אונזער ערד וויא א דינע קארע פון א פּאָר הונדערט מייל. דיא לופט שטערט יעדע זאך צו פליהען אימער מיט דער זעלבער געשווינדקייט מיט וועלכער זיא איז צום ערשטען מאל ארויסגעשליידערט געווארען, און וואס שנעלער דיא זאך טראגט זיך אין לופט, אלץ שטארקער איז דיא הינדערניס פון לופט, ווייל וואס שנעלער דיא זאך בעוועגט זיך מוז זיא אלץ מעהר לופט דורכשניידען און דאריבער פערקלענערט זיך איהר ערשטע געשווינדקייט אלץ מעהר און מעהר. דיא נאטירליכע פּלאנעטען און לבנות וואלטען אויך ניט געקענט פארטזעצען זייער

אייבינע בעוועגונג ווען זייא וואלטען האבען צו פעכטען מיט א אטמאספערע פון לופט, וועלכע איז אזוי געדיכט וויא אונזערע.

איך וויל אבער ניט אז איהר זאלט פארבלייבען מיט דער מיינונג׳ אז ניוטאן האט זיך בענוגענט מיט דער ערקלערונג אז דיא ערד ציהט צו דיא לבנה גראדע וויא זיא ציהט צו אלע פאַ־לענדע זאכען דא אויף דער ערד און אז דיא זון ציהט צו דיא פלאנעטען און צווינגט זיי צו דרעהען זיך אין עליפּסען, גראדע אזוי וויא דיא לבנה דרעהט זיך אין איהר עליפּס ארום דער ערד. מיט אזא איינפאכער ערקלערונג וואלט ניט געוועזען אזוי לייכט בייצוקומען דיא גאנצע וועלט מיט איהרע פאַראורטהיילע פון טויזענדער יאהרען.

דא האט מען געמוזט קומען מיט א געזעץ וואס זאל אזוי פאלקאמען בעארבייט זיין אין אלע איינצעלהייטען און אזוי שטארק בעוויזען מיט עקספּערימענטען, מיט בעווייזע און פאקטען אז מי זאל קיין שום צווייפעל ניט האבען אין דיא ריכטיגקייט פון געזעץ.

דער געזעץ האט געמוזט ענטפערן אויף אלע פראגען וועגען דער צוציהונג קראפט פון דער ערד און פון דער זון. וואו ליגט דאס דיא צוציהונג קראפט פון דער ערד, אין איהר אויבערשטען טהייל, אין איהר אבערפלעכע, אין איהר מיטעלפּונקט אדער אין א געוויסען טהייל פון איהר?, ווארום זאל דיא לבנה ניט צוציהען דיא ערד, און מאכען דיא ערד זאל זיך דרעהען ארום איהר, און דיא פלאנעטען—ווארום זאלען זיי ניט מאכען דיא זון זאל זיך דרייען ארום זיי? וויא קען מען מעסטען דיא גרויס פון דער צוציהונג קראפט פון דער ערד, פון דער זון און דיא פלאנעטען? וועלכע אומשטענדען ווירקען צו פערקלענערען אדער צו פערגרעסערען דיא קראפט, און אין וועלכער מאָס פערענדערען זיי דיא קראפט? וואס פאר א בעווייזע זיינען דאָ אז דיא קראפט ווירקט גראדע אין דעם מאָס וויא דער געזעץ ווילל האבען?

ניוטאן האט געפיהלט און פערשטאנען דיא גרויסקייט און וויכטיגקייט פון דער אויפגאבע וואָס ליגט פאר איהם, און האט ניט געוואלט ארויס טרעטען פאר דער וועלט מיט זיין נייער לעהרע, איידער זיא וועט זיין פאָלקאמען בעארבייטעט, איידער ער וועט זיך

בעוואפענט מיט דיא שטארקסטע און מאטעמאטיש—פינקטליכע בעווייזע זא אז דיא וועלט זאל זיך מוזען אונטערגעבען און אננעהמען דיא נייע לעהרע.

אין יאהר 1666 ווען ניוטאן׳ס געניאלער קאָפּ האט צום ערשטען מאל געפאסט דעם געדאנקען אז דיא זעלבע צוציהונג קראפט פון דער ערד וואס מאכט אלע זאכען זאָלען פאלען צו איהר, ווירקט אויף אויף דער לבנה און מאכט זיא פאלען צו דער ערד און האלט זיא אויף אייביג אין איהר קרייז ארום דער ערד, אז דיא ערד אליין גלייך מיט אלע אנדערע 7 פלאנעטען דרייען זיך אייביג אין זייערע קרייזען ארום דער זון דורך דיא זעלבע ווירקונג פון דער צוציהונגס— קראפט פון דער זון, האט ער אין דעם זעלבען יאהר שוין אויסגע־פונען דעם געזעץ פון דער צוציהונג—קראפט אין א פאָלקאמענער מאטעמאטישער פאָרמע, וויא זיא בייט זיך מיט דער ווייטקייט פון דיא צוציהענדע קערפער, און מיט דער מאססע שטאָף וואס געפינט זיך אין זיי, אז דיא צוציהונג קראפט ליגט ניט נאר אין דער ערד אָדער אין דער זון, זאָנדערן אין יעדער זאך, אין יעדער שטיקעל שטאָף, דאָס אייגענטליך דער פאלענדער שטיין בעזיצט דיא קראפט גראדע אזוי גוט וויא דיא ערד, דיא זון און דיא פלאנעטען, דאס דיא לבנה ציהט צו צו זיך דיא ערד, דיא פלאנעטען ציהען צו זיך דיא זון מיט איין ווארט אז אלע הימעלשע קערפער: דיא זון, דיא לבנות, פלאנעטען אפילו דיא גאנץ ערווייטערטע שטערען ווירקען יע־דער איינצעלנער אויף אלע אנדערע מיט א געוויסער צוציהונגס— קראפט, וועלכע קראפט קען גענוי אויסגערעכענט און געמאָסטען ווערען אויב מען ווייס נאר דיא ווייטקייט פון דיא קערפער, און דיא מאססע שטאָף אין זיי. און דאך האט דאס געדויערט 21 יאָהר ביז ער איז ארויסגעטראטען מיט זיינע בעריהמטע דריי ביכער וועלכע טראגען דעם טיטעל: „דיא מאַטעמאַטישע פרינציפען פון נאטור פי־לאָזאָפיע„ אין מאנאט מאי 1687.

דאָס האט געדויערט אזוי לאַנג נאָר צוליעב א קליינעם פעהלער ניט אין זיין געזעץ, נאָר אין דעם צאהל פון מיילען וואס מען האט דאַן גערעכענט אז דיא לבנה איז ערווייטערט פון דער ערד.

נאכדעם וויא ער האט אין יאָהר 1666 אויסגעארבייט פאָלקאָמען זיין געזעץ פון דער צוציהונג־קראַפט און האָט בעוויזען וויא מען קען זיא גענוי בערעכענען און אויסמעססטען אויב מען וויים נאר דיא מאסע שטאָף אין דיא צוציהענדע זאכען און זייער ערווייטערונג איינע פון דיא אנדערע, האָט ער זיך גלייך גענומען אויסצופראָבירען דיא ריכטינקייט פון דעם געזעץ און האָט זיך געווענדט צו דער לבנה.

דיא לבנה דרעהט זיך ארום דער ערד, הייסט דאס אז זיא פאלט צו דער ערד צו. דיא שנעלקייט מיט וועלכע זאכען פאלען צו דער ערד צו ווייסען מיר דאָך פינקטליך. אלע זאכען, סיי לייכטע, סיי שווערע, סיי גרויסע, סיי קליינע, פאלען דיא ערסטע סעקונדע 16 פוס, דיא צווייטע סעקונדע 48 פוס א.ז.וו. אלזא וואלט דיא לבנה געווען נאָהענט צו דעם מיטעלפּונקט פון דער ערד גלייך וויא אלע אנדערע זאכען וואס מיר בעאָבאַכטען פאלען צו דער ערד צו, האָט זיא בעדארפט אָבקריממען זיך פון דער גלייכער ליניע 16 פוס יעדע סעקונדע, אָבער וויא עס איז שוין לאנג בעוואוסט געווען, אז דיא לבנה איז 60 מאָל מעהר ערווייטערט פון דעם מיטעלפּונקט פון דער ערד וויא יעדע זאַך וואס ליגט אויבען אויף דער ערד, מוז זיא פאלען צו דער ערד, אָדער אראבקריכען פון דער גלייכער ליניע נאָך וועניגער פון א צווייהונדערטעל פון א פוס אין איין סעקונדע, אָדער 16 פוס אין א מינוטע, אזוי קומט אויס נאָך דעם געזעץ פון ניוטאָן איבער דיא ווירקונג פון ווייטקייט אויף דיא צוציהונג־קראַפט.

דא האט ניוטאָן ריכטיג געטראַכט האָט ער א גוטען מיטעל צו בעווייזען אז זיין געזעץ פון דער צוציהונג־קראַפט וויא זיא פערקלענערט זיך מיט דער ערווייטערונג פון דיא צוציהענדע קערפּער איז וואהר. דיא גרויס פון דעם קרייז אין וועלכען דיא לבנה בעוועגט זיך איז שוין לאנג נאָך פאַר ניוטאָן אויסגערעכענט געוואָרען. דיא לבנה מאַכט דעם גאַנצען קרייז דורך אין א געוויססער צייט, לאָמיר זאָגען אין אונגעפעהר 28 טעג, קען מען דאָך לייכט אויסרעכענען וואס פאַר א טייל פון דעם קרייז זיא מאַכט אין א מינוט. אז מי וויים דיא גרויס פון דעם גאַנצען קרייז, וויים מען דאָך אויך דיא גרויס פון יעדען בעשטימטען טייל פון דעם קרייז. ווייסענדיג גענוי וואס פאַר א שטרעקע דיא לבנה מאַכט אין א מינוט, קען מען לייכט מיט דער הילף פון מאַטעמאַטיק אויסרעכענען וויא

פיעל זיא איז אין דער ווירקליכקייט אראָבגעפאלען פון דער גלייכער־ליניע אין דערזעלבער מינוט.

ער האט זיך באלד גענומען צו דער ארבייט אויסצורעכענען וויא פיעל דיא לבנה קריכט אראָב פון דער גלייכער ליניע אין א מינוט אננעהמענדיג דיא גרויס פון דער לבנה׳ס קרייז, וועלכע איז אין זיין צייט בעוואוסט געווען, און דא האט ער געפונען אז דיא ווירקליכקייט שטימט ניט מיט דיא צאָהל וואס דיא לבנה האָט בעדארפט אראָפפאלען נאך זיין געזעץ נאך.

נאך זיין געזעץ דארף דיא לבנה אראָבפאלען 16 פוס א מינוט. און דיא ווירקליכקייט וויא זיא איז איבעראל אנגענומען געווען אין זיין צייט צייגט אז זיא פאלט נאָר עטוואס מעהר פון 14 פוס א מינוט. אזא קליינער פעהלער וואָלט ניט אָבגעהאלטען אן אנדערען פון דרוקען זיין לעהרע, אָבער ניוטאן מיט זיין שטארקען וויסענשאפטליכען זין, פיהלענדיג דיא וויכטיגקייט פון זיין נייע רעוואָלוציאָנערע לעהרע האָט זיך יע אָבגעשטעלט פאר דעם קליינעם פעהלער, און „ער האָט", וויא ער זאָגט אליין „אָבגעלייגט אן א זייט אויף א לאנגע צייט דיא ווייטערע פאָרשונג איבער דיא זעלבע פראגע".

וויא עס האָט זיך אָבער שפּעטער געצייגט, איז דער פעהלער גע־ווען ניט אין זיין געזעץ זאָנדערן אין דיא גרויס פון דער לבנה׳ס קרייז וואָס איז אָנגענומען געוואָ־ען נאך דיא מעסטונגען וואס זיינען פריהער געמאכט געוואָרען. ניוטאן אליין האט נאך ניט געקענט זיין אזוי שטארק איבערצייגט אין זיין געזעץ אום צו דענקען אז דער פעהלער ליגט ערגעץ אַנדערס וואו.

אזוי זיינען פערביינעלאָפען גאנצע 16 יאָהרען, ביז דעם יאָהר 1682 ווען ניוטאן זיצענדיג אויף א פערזאמלונג פון דיא לאָנדאָנער געלעהרטע האָט זיך דערוואוסט פון א נייע ארבייט פון איינעם א פראנצויזישען גע־לעהרטען מיט׳ן נאמען פיקאר. פיקאר האָט אין זיין ווערק גענומען זיך מיט דיא פארבעסערטע מיטלען פון זיין צייט פינקטליך אויסצומעסטען וויא ווייט עס איז פון דעם מיטעלפונקט פון דער ערד ביז איהר אויבער־פלעכע. נאך דיא אלטע רעכענונגען נאך איז אויסגעקומען אז פון דער אויבערפלעכע פון דער ערד ביז איהר מיטעלפונקט איז 16 מיליאן פראנ־

צוויזישע פוס, דאס איז עפּעס מעהר פון 3000 ענגלישע מיילען. פּיקאַר האָט דייטליך בעוויזען אַז דיא איבעראַל אַנגענומענע מאס איז ניט פאָל־קאָמען ריכטיג, אַז אייגענטליך איז דיא ווייטקייט פון דעם אויבען פון דער ערד ביז איהר מיטען פיעל מעהר פון 16 מיליאָן פוס, אַז דיא ריכטיגע מאס פון דער ווייטקייט איז 19 מיליאָן פוס, אין ענגלישע מיילען הייסט דאס אַז דער פעהלער אין דיא אַלטע רעכענונגען דערגרייכט כמעט 800 מייל. דיא ווייטקייט פון אַ קרייז ביז דעם מיטעלפּונקט פון דעמ־זעלבען קרייז הייסט אין וויסענשאַפט דער ראַדיאוס פון דעם קרייז.

דיא גרויס פון דער לבנה׳ס קרייז הייננט אין גאַנצען אַב פון דעם ראַדיאוס פון דער ערד. עס איז בעוואוסט געווען אַז דיא ווייטקייט פון דער לבנה׳ס קרייז ביז׳ן מיטעלפּונקט פון דער ערד איז 60 מאל אזוי גרויס ויא דער ראַדיאוס פון דער ערד. אויב דער ראדיאוס פון דער ערד איז ניט מעהר וויא 3000 מייל, וועט זיין דיא ווייטקייט פון דער לבנה׳ס קרייז 60 מאָל 3000 מייל אָדער 180 טויזענד מייל, אַזוי אָבער וויא דער ראַדיאוס פון דער ערד אין מעהר פון 3800 מייל *) זועט דיא לבנה׳ס ווייטקייט אויסקומען 228 טויזענד מייל אן אנטערשיעד פון 48 טויזענד מייל. היינט שטעלט אייך פאָר אַז איהר האָט אן אנגעצייגענעם פאָדים, 180 טויזענד מייל לאַנג וואָס איין עק פון איהם איז צוגעבונדען צום מיטעלפּונקט פון דער ערד, און דער צווייטער עק דרעהט זיך אין אַ ראָד ארום דעם צוגעבונדענעם עק. דער ראָד אין וועלכען דער אַנדער עק דרעהט זיך אַרום און אַרום וועט זיין גענוג גרויס. וויא אבער אז דער פאָדעם זאָל זיין מיט 48 טויזענד מייל לייננער, וועט דער קרייז אויסקומען פיעל גרעסער וויא דער ערסטער. מיט דער הילף פון מאַטעמאַטיק קען מען גענוי אויסרעכענען אַז דער צווייטער קרייז וועט זיך פערגרעסערען אויף מעהר פון 6 מאָל 48 טויזענד מייל, דאס הייסט אונגעפעהר 300 טויזענד מייל. איהר זעהט אַז דער פעהלער פון 800 מייל אין דעם ראַ־דיאוס פון דער ערד האָט פארקלענערט דיא לבנה׳ס רעדעל אויף 300 טויזענד מייל.

---

*) דיא צאהל 3800 מייל איז ניט דיא ריכטיגע. דיא אמת׳ע צאהל איז עטוואס מעהר פון 3950 איינגלישע מייל.

ניוטאן איז געווען מאַטעמאַטיקער געגוג, אום דאס אלעס שנעל צו בעגרייפען, און וויא ער האָט נאר דערהערט פון פיקאַרס אַרבייט, איז ער האַסטיג אַוועק אַהיים, און האָט זיך גלייך גענומען צו דיא העפטען וועלכע ער האָט אָבגעלייגט צוליעב דעם קליינעם פעהלער אויף אַזא לאַנגע צייט, און האט איבערגעביטען דיא אַלטע צאָהלען פון דער גרויס פון דער לבנה׳ס קרייז אויף דיא ריכטיגע נייע צאהלען געגרינדעט אויף דיא פערריכטע מאָס פון דעם ראַדיאוס פון דער ערד נאָך פיקאַרען נאָך. איהר קענט זיך פאַרשטעלען זיין אויפרעגונג ווען ער האט דער־זעהען אַז יעצט שטימט ביז אַ האָר דער ווירקליכער פאַלען פון דער לבנה מיט דעם וויא ער האט פאַרויס אויסגערעכענט אַז זיא מוז פאַלען נאָך זיין געזעץ נאָך. פון שטאַרקע אויפרעגונג דערציילט מען, אַז ער איז ניט אים שטאַנדע געווען צו ענדיגען דיא אַרבייט און ער האט דאס איבער־געגעבען זיינעם אַ פריינד.

וויא נאר ער האט זיך איבערצייגט אין דער וואַרהייט פון זיין געזעץ האט ער זיך גענומען מיט דער וואונדערליכער ענערגיע צו דיא פּלאַנעטען, דיא קאָמעטען, דיא שטערען און צו פיעלע אַנדערע עקספּעריטמענטען און בעוויזע און האט איבעראל געפונען אַז זיין געזעץ ערקלערט הונדערטער ערשיינונגען, אַז מיט דער הילפע פון דעם געזעץ קענען מיר פּינקטליך וויסען וויא פיעל דיא ערד ועגט, וויא פיעל דיא זון, אלע פּלאַנעטען, אַז דיא בעוועגונגען פון דיא וואַסערען אין דיא ימים וועלכע קומען אב און קומען צו מיט אַזאַ רעגעלמעסיגקייט 2 מאל אין טאג, אין געוויסע פלעצער שטאַרקער, אין אַנדערע שוואַכער זיינען פעראורזאַכט דורך דער־זעלבער צוציהונג־קראַפט פון דער לבנה און פון דער זון, און נאָך פיעלע אַנדערע זאַכען וואס קיינער האט ניט געקענט ערקלערען פאַר איהם.

און נאר נאָך 5 יאָהר פון אַזאַ ערפאלגרייכע אַרבייט איז ער אַרויס מיט זיינע דריי ביכער דיא „מאַטעמאַטישע פּרינציפּען פון נאַטורפּי־לאָזאָפיע".

יעצט בלייבט אונז גרינדליך בעקאַנט צו ווערען מיט זיין געזעץ וועלכער האט אַזוי פיעל אויפגעטאָן, וועלכער האט געמאַכט דיא גרעסטע רע־וואָליוציע אין דער געשיכטע פון מענשען׳ס דענקען, און וועלכע איז אַזוי פאָלקאָמען בעאַרבייטעט פון ניוטאָנען אַז ניט נאר געוויינליכע מענשען

אבער אפילו דיא גרעסטע מוחות פון אייראפא האבען זיך געוואונדערט וויא אזוי איין מענש האָט געקענט אזוי פיעל אויפטאן. אט האט איהר איינינע מיינונגען פון דיא גרעסטע מאטעמאטיקער און דענקער איבער ניוטאָן און זיינע פרינציפּען

לייבניץ האט זיך א מאל אזוי אויסגעדריקט איבער ניוטאנען: „אז מען זאָל נעהמען אלע מאטעמאטיקער פון אנפאנג פון דער וועלט ביז ניוטאנען, וועט מען אויסגעפינען אז ניוטאן האט אויפגעטאן א העלפט וואָס זיי אלע האבען אוופגעטאן און דערצו נאָך דיא גרעסטע און דיא בעסטע העלפט. לאפּלאס שטעלט דיא פרינציפּען העכער פון אלע ווערק פון דעם מענשליכען גערדאנקען.

לאגראנזש זאָגט: ניוטאן איז דער גרעסטער זשעניע פון דער וועלט און אויך דער גליקליכסטער ווייל דיא וואהרע וועלט־סיסטעם איז דאָך נאר איינע און מען קען זיא נאר איינמאָל ענטדעקען".

דער ענגלישער פּאָעט פּאָופּ דריקט זיך נאָך שעהנער אויס: „דיא נאטור און איהרע געזעטצע זיינען בעדעקט געוועזען מיט פינסטערניש, אבער גאט האט געזאָגט עס זאל זיין ניוטאָן און אלעס איז געווארען ליכטיג„.

נאָך דעם לויב־געזאנג פון אזוינע גרויסע מענער איז אינטערעסאנט צו הערען ניוטאָן׳ס מיינונג וועגען זיך זעלבסט ; „איך וויים ניט וויא איך זעה אויס פאר אנדערע, זאָגט ניוטאן; אין מיינע אויגען קוק איך אויס וויא א קינד וואָס שפּיעלט זיך אויף׳ן ברעג פון אן אונגעהייער גרויסען ים און קלייבט צונויף גלאטינקע שטיינדעלעך און שיינינקע ראקאָווינקעס וועהרענד דער גרויסער ים פערדעקט פון זיינע אויגען דיא ווארהייט"

אויף זיין מצבה שטעהען געשריבען דיעזע ריכטיגע ווערטער; „פרייד זיך מענשען, וואָס אויף דער ערד האט עקזיסטירט אזא ציערונג פון דעם גאנצען מענשליכען געשלעכט".

יעצט געהען מיר גלייך אריבער צו דעם גרעסטען געזעץ פון דעם אונשטערבליכען ניוטאָן, דער געזעץ פון צוציהונג־קראפט.

דיא צוציהונגס קראפט און וויא זיא ווערט געמאסטען.

אום צו קריגען אן אַלגעמיינעם בעגריעף וועגען דעם געזעץ פון דער צוציהונגס־קראפט וואלט איך גערעאַטהען פריהער איבערצו־לעזען דיא עטליכע זייטען פון 49 ביז 53 פון דעם ערשטען ביכעל איידער איהר פאַנגט אָן צו לעזען דיזען ארטיקעל.

דאָ ווערלען מיר זעהען בעקאַנט צו ווערען אַביסעל גרינדליכער מיט ניוטאָן׳ס געזעץ, מיט דער מאַטעמאַטישער פאָרמע אין וועלכער ניוטאָן האט דעם געזעץ אַרויסגעגעבען פאַר דער וועלט און וויא אַזוי מי האָט געקענט פאַזיטיוו בעווייזען אז אַלע זאכען ציהען טאקע צו איינע דיא אנדערע.

לאָמיר נעהמען צוויי קערפּער: אונזער ערד־קוגעל און א שטיין וואָס וועגט אַ פוּד, און לאָמיר זיך פאָרשטעלען פון איינפאַכקייט וועגען, אז אויסער דיא צוויי קערפער עקזיסטירט קיין זאך ניט אויף דער וועלט; אז עס זיינען ניטא קיין שטערען, קיין זון קיין לבנה, ניטא אַפילו קיין לופט, און מיר ווערלען קענען בעטראַכטען אין דער איינ־פאַכסטער פאָרמע דיא קראפט צווישען דיא צוויי קערפער אָהן קיין שום שטער.

דער שטיין ליגענדיג אויף דער ערד דריקט דיא ערד מיט א קראפט פון א פוּד, אז מען וויל דעם שטיין אויפהויבען פון דער ערד, מוז מען אָנווענדען א כח פון א פוּד, ווייל דיא מאַסע שטאָף פון דער ערד און דיא מאַסע שטאף פון דעם שטיין ציהען צו איינע דיא אנדערע מיט א קראפט פון א פוּד. אויב דער זעלבער שטיין וואָלט אין זיך ענטהאלטען צוויי מאל מעהר שטאף, וואלט דיא צו־ציהונג־קראפט צווישען איהם און דיא ערד אויך פערגרעסערט ווערען

צוויי מאל, און דער שטיין וואלט דריקען דיא ערד מיט א כח פון 2 פוד. וויא אבער אז דיא ערד, פערבלייבענדיג אין דיא זעלבע גרויס וויא זיא איז וואלט- אין זיך ענטהאלטען 2 מאל מעהר שטאף, און דער שטיין זאל בלייבען וויא ער איז, וואלט אויך פאסירט דאס זעלבע, דיא צוציהונג קראפט צווישען זיי וואלט פערדאפעלט געווארען און דער זעלבער שטיין מיט דיא זעלבע מאסע שטאף אין איהם וואלט דריקען דיא ערד מיט א כח פון 2 פוד, מיט אנדערע ווערטער דער זעלבער פודאָווער שטיין, כאָטש אין איהם זעלבסט איז קיין פערענדערונג ניט פארגעקומען וואלט וועגען 2 פוד. דא זעהט איהר דעם ערשטען וויכטיגען געדאנק פון ניוטאן אז מאססע שטאף און געוויכט זיינען צוויי בעזונדערע זאכען.

מענשען, לעבענדיג שטענדיג אונטער געוויסע אומשטענדען און אורטהיילענדיג פון זייערע בעאבאכטונגען האבען דעם אונטערשייד ניט געקענט בעגרייפען. אין זייערע אויגען איז א פונט ברויט נאר דערפאר א פונט ווייל ער האט אין זיך א געוויסע מאסע ברויט־שטאף, און צוויי פונט ברויט מוז אונבעדינגט האבען צוויי מאל מעהר שטאף וויא איין פונט ברויט. דאס זעהט אויס אזוי קלאר און ריכטיג פאר יעדען איינציגען אז מען האט געקענט ערקלערען פאר א משוגענעם דעם וואס האט געוואגט צו צווייפלען אָדער דיספוטי־רען געגען אזא אָפענע וואהרהייט.

קומט ניוטאן און זאגט, אַז דער פונט ברויט איז דערפאר א פונט ווייל דיא ערד־קוגעל האט אין זיך א געוויסע מאססע שטאָף, וועלכע ציהט צו דיא מאסע ברויט־שטאף מיט א קראַפט פון א פונט. דיא זעלבע מאסע ברויט שטאף אויף דער לבנה, וואלט גע־וועגען א זיבעטעל פון א פונט, ווייל דיא לבנה האט אין זיך ווייניגער שטאָף וויא דיא ערד, פערקעהרט אויף דער פלאנעטע נעפטון וואָס איז פיעל גרעסער וויא דיא ערד, וואלט אונזער פונט ברויט געוועגען פיעל מעהר פון א פונט.

א געוויינליכער מענש וואס וועגט דא אויף דער ערד 150 פונט וואָלט וועגען אויף דער זון א שיינע 4000 פונט, דער פונט ברויט בלייבט דא אויף דער ערד אימער א פונט ברויט ווייל דיא מאסע

שטאָף פון דער ערד בייט זיך ניט. (אין דעם נעקסטען קאפּיטעל וועלען מיר זעהען אַז אַפילו דא אויף דער ערד, איז דער פּונט ברויט ניט אומעטום א פּונט, אָבער דאס איז ניט ווייל דיא מאסע שטאָף פון דער ערד בייט זיך, נאר ווייל דיא ערד דרייט זיך).

דיא אַעראָליטען, דאס הייסט דיא שטיינער וואס פאַלען עפּ־טערס פון דעם וועלט־רוים אויף דער ערד און פארגרעסערען דאריבער איהר שטאָף, שטעלען פאר אַזאַ קליינינקייט אין פערגלייך מיט דיא מאססע שטאָף פון דער ערד, אַז מי דארף זיי אין אנבעטראכט ניט נעהמען. אַלזאָ אומקעהרענדיג זיך צו אונזערע צוויי קערפּער דיא ערד־קוגעל און דעם שטיין זעהען מיר, אַז וויא פיעל מאל מי וועט פערגרעסערען דיא מאסע שטאף סיי אין דיא ערד־קוגעל סיי אין דעם שטיין, גראדע אויף אזוי פיעל מאל וועט זיך פערגרעסערען דיא צוציהונג קראפט צווישען זיי, אָדער דער וואג פון דעם שטיין. אייב דיא מאססע שטאף זאל זיך פערגרעסערען אויף אזוי פיעל און אזוי פיעל מאל איןביידע קערפּער צוזאַמען איז אויך לייכט צו בערעכענען דיא ענדערונג פון דער צוציהונג־קראפט צווישען זיי. לאָמיר זאגען דיא מאססע שטאף אין דיא ערד זאל זיך פערגרעסערען דריי מאל, און אין דעם שטיין צוויי מאל, וועט דיא צוציהונג־קראפט צווישען זיי פערגרעסערט ווערען אויף צוויי מאל דריי אָדער 6 מאל און אונזער שטיין וועט דריקען דיא ערד מיט א כח פון 6 פּוד.

דאס איז אַלץ גערעדט געווארען ווען דער שטיין ליעגט אויף דער ערד. שטעלט אייך אבער פאר אז דער פּוד שטיין, לאָמיר זאגען, איז 400 פוס ערווייטערט פון דער ערד. וואס וועט דאן פאר־קומען? דיא צוציהונג־קראַפט האט ניט אויפגעהערט ווירקען צווישען זיי, און אזוי וויא קיין זאך הינדערט ניט דיא קראַפט, וועלען טאַקע דיא ערד און דער שטיין נעהמען בעוועגען זיך איינע צו דיא אנדערע. דאס הייסט דיא ערד וועט פאַלען צום שטיין צו, און דער שטיין צו דער ערד צו, אָבער דיא געשווינדקייט פון זייער פאַלען וועט זיין שטארק פערשיעדען. דיא קראפט פון א פּוד ציהענדיג דיא מאסע שטאף וואס איז אין שטיין וועט מאכען דעם שטיין צו פאַלען דיא ערשטע סעקונדע 16 פוס, דיא צווייטע סעקונדע 48 פוס, וויא עס איז

ערקלערט געווארען אין דעם ערשטען ביכעל, אָבער דיא זעלבע קראפט פון א פוד ציהענדיג דיא מילליאנען פודען שטאָף פון דער ערד צום שטיין צו, וועט ניט אים שטאנדע זיין צו מאכען דיא ערד פאלען צום שטיין צו, א ביליאָנטהייל פון אן אינטש אין דער ערשטער סע־קונדע, וואס דערפאר האבען מיר א פאלקאמענעם רעכט צו שפרעכען נאר פון דעם פאלען פון דעם שטיין צו דער ערד און אין גאנצען לאָזען אָן א זייט דעם פאלען פון דיא ערד צום שטיין צו. פון דעם געזעץ פון פאלענדע קערפער ווייסען מיר אז דער שטיין וועט מוזען אין 5 סעקונדען אראָבפאללען צו דער ערד צו: 5 מאל 5 מאל 16 פוס אָדער 400 פוס, דאס הייסט אז אין 5 סעקונדען וועט דער שטיין ווידער ליגען אויף דער ערד, ווערהענד דיא ערד אין דער קורצער צייט וואלט גלייך וויא ניט געריהרט זיך פון איהר ארט.

אויב דער שטיין וואלט געהאט 2 מאל מעהר שטאף אין זיך, וואלט דיא קראפט וואס שלעפט זיי איינע צו דיא אנדערע געוועזען 2 מאל גרעסער אבער דאך וואלט דיא געשווינדקייט פון פאלען ניט געביטען זיך, ווייל דיא קראפט פון 2 פוד וואלט דארפען בעוועגען דעם שטיין פון א פערדאפעלטער מאסע, און דער שטיין וואלט אלץ פאלען דיא ערשטע סעקונדע 16 פוס וויא פריהער, אמת דיא ערד ווייל איהר שטאף בלייבט דיא זעלבע וואלט געפאלען צום שטיין 2 מאל שנעל־לער וויא פריהער, אבער דאך אפילו איהר פערדאפעלטע געשווינדקייט וואלט נאך זעהער ווייט געווען פון א בילליאָנטהייל פון אן אינטש, און מען קען דאס נאך אלץ ארויס לאזען פון רעכענונג. וויא אָבער אז דיא ערד וואלט געהאט 2 מאל מעהר שטאָף אין זיך, וואלט אויך פאסירט דיא זעלבע, דיא צוציהונג־קראפט צווישען זיי וואלט געווארען 2 מאל גרעסער, אָבער דאן וואלט שוין געווען א גרויסער אונטערשייד אין געשווינדקייט פון דעם פאלען פון דעם שטיין, דיא קראפט פון 2 פוד, ווירקענדיג אויף דיא אונפערענדערטע מאססע שטאף פון שטיין, וואלט עם געמאכט פאלען 32 פוס דיא ערשט סעקונדע אנשטאט 16, 96 פוס דיא צווייטע א. ז. וו. זא אז דער שטיין וואלט אראבגעפאלען דיא 400 פוס אין פיעל ווייניגער פון 5 סעקונדען.

יעצט לאמיר נעהמען דיא אנדער העלפט פון זיין געזעץ וואס
צייגט וויא דיא קראפט בייט זיך מיט דיא ערווייטערונג פון דיא
צוויי קערפער. דער געזעץ לויטעט, אז וואס גרעסער עס איז דיא
ערווייטערונג פון דיא 2 צוציהענדע קערפער אלץ קלענער ווערט דיא
קראפט וואס ציהט זיי צו איינע צו דיא אנדערע און אז דיא קראפט
פערקלענערט זיך ניט אין דערזעלבער מאָס וויא דיא ערווייטערונג,
נאר כפל־כפלים פון איהר. דאס הייסט אויב ד׳א ערווייטערונג איז 2
מאל גרעסער, וועט דיא קראפט פערקלענערט ווערן ניט 2 מאל,
נאר כפל־כפלים פון 2 אָדער 4 מאל, אויב דיא ווייטקייט איז 3
מאל גרעסער, וועט דיא קראפט קלענער ווערן 3 מאל 3 אָדער 9
מאל, אויב דיא ווייטקייט איז 8 מאל גרעסער וועט דיא קראפט
קלענער ווערען 8 מאל 8 אָדער 64 מאָל א. ז. וו.

דער לעזער וועט פיעללייכט פרעגען: אויב דיא ערווייטערונג
שפיעלט אזא גרויסע ראָלע אין פערקלענערען דיא צוציהונגס־קראפט,
היינט ווארום האבען מיר דאס אין אנבעטראכט ניט גענומען אין
אלע אונזערע רעכענונגען וועגען זאכען וואס פאלען פון א געוויסער
חויך פון דער ערד? אין דעמזעלבען ארטיקעל שפּרעכענדיג וועגען
דעם פאל אז דער שטיין איז 400 פוס ערווייטערט פון דער ערד,
איז דיא רעכענונג געמאכט געווארען גלייך וויא דיא צוציהונגס־
קראפט צווישען דעם שטיין און דיא ערד איז אלץ געבליבען דער
זעלבער פוד, וועהרענד נאָך'ן געזעץ פון ערווייטערונג נאך האט דיא
קראפט געדארפט פערקלענערט ווערען 400 מאל 400 דאס הייסט
160 טויזענד מאל און פון דיא קראפט פון א פוד האט געדארפט
ווערען כמעט גאָר נישט. הייסט דאס דען ניט אז אלע פריהער־
ריגע רעכענונגען וועגען פאלענדע קערפער זיינען געוועזען אין גאנצען
פאלש?

אום צו געבען צו פערשטעהען דעם לעזער אז דיא אלע
פריהערדיגע רעכענונגען זיינען פאלקאמען ריכטיג און דאך ווידער־
שפרעכען זיי ניט אויף א האר דעם געזעץ פון ערווייטערונג מוזען
מיר זיך אביסעל לייגגער אָבשטעלען אויף דעם פאל ווען דער שטיין
ליגט אויף דער ערד. ווארום ציהט דיא ערד צו דעם שטיין, און

דער שטיין דיא ערד? ווייל שטאף ציהט צו שטאף. גוט. אָבער דער שטיין, קליין וויא ער איז, בעשטעהט דאך פון ביללׅיאָנען קליי־נינקע טהיילכעלעך שטאָף, היינט ווער רעדט שוין פון דיא ערד קוגעל? זיא מוז האבען א אונגעהייערע צאל פון טהיילכעלעך.

ווען דער שטיין ליגט אויף דער ערד, איז דאך דא אייגענטליך א גאנץ אונבעדייטענדע צאל טהיילכעלעך פון דער ערד און פון דעם שטיין וואס ריהרען אָן דירעקט איינע דיא אנדערע, וואס איז אָבער מיט דיא ביליאַרדען אַנדערע טהיילכעלעך? — אייניגע פון זיי זיינען נעהענטער, אַנדערע גאנץ ווייט איינע פון דיא אנדערע, פיעלע פון זיי זיינען כמעט ערווייטערט 8000 מייל, יעדער טהיילכעלע ציהט אין פערשידענע ריכטונגען און מיט פערשידענע קראפט נאָך זיין ווייטקייט נאָך.

ווען מיר רעדען פון דער צוציהונג קראפט צווישען דיא ערד און דעם שטיין, מיינען מיר דיא סומע, דעם סך הכל פון אלע פער־שידענע צוציהונגען פון דיא טהיילכעלעך, וואס ווירקט אין איין ריכטונג, אלס רעזולטאַט פון דיא פערשידענע ריכטונגען. אז איהר זאלט איינשפאנען 10 פערד מיט פערשידענע קראַפטען צו שלעפען א שטיין אין פערשידענע ריכטונגען וועט דער שטיין געשלעפט ווערען אין איין ריכטונג מיט א געוויסער קראַפט, זאָ דאָס אַלע 10 פערד קענען פערביטען ווערען דורך דיא געוויסע קראַפט וואס זאָל שלעפען אין דער ריכטונג אין וועלכער דער שטיין ווערט אין דער ווירקליכקייט בעוועגט.

אַזוי וויא דיא ערד איז א קוגעל, ווערט דער שטיין צוגעצוי־גען צו איהר מיטעל־פונקט אַלס רעזולטאַט פון אַלע פערשידענע ריכטונגען פון דיא פערשידענע טהיילכעלעך מיט א קראַפט גלייך וויא איהר גאַנצע שטאף וואלט זיין איינגעפּאַקט אין דעם איינצעלנעם פונקט, אין איהר מיטעל־פונקט, וואס איז אינוועניג אין דער ערד און איז אונגעפעהר 4000 מייל ווייט פון איהר אויבערפלעכע. אַלזאָ ווען מיר שפּרעכען פון דער צוציהונג־קראַפט פון דעם גאַנצען שטיין, און פון דיא גאַנצע ערד און ניט נאָר פון דיא אייניגע טהיילכעלעך וואס זיינען אין ווירקליכער בעריהרונג, דארף מען רע־

כענען דיא צוציהונג קראפט פון דעם מיטעלפונקט פון דער ערד צום מיטעלפונקט פון דעם שטיין. פארשטעלענדיג זיך אז אין דיא מיטעלפונקטען זיינען אריינגעקוועטשט געווארען דיא גאנצע שטאפען פון דיאביידע קערפער.

אויף אזא אופן וועט אויסקומען אז דער שטיין כאטש ער ליגט אויף דער ערד, איז דאך ערווייטערט פון איהר 4000 מייל, ווייל דאס איז דיא ערווייטערונג פון זייערע מיטעלפונקטען. א מייל האט אין זיך איבער 5000 פוס, 4000 מייל קומט אויס איבער 20 מיליאן פוס, אלזא הייסט דאס דיא קראפט פון א פונד איז געווען ווען זיי זיינען ערווייטערט 20 מיליאן פוס, אז איהר זאלט אפילו אויפהייבען דעם שטיין ניט 400 פוס נאר עטליכע טויזענד פוס, וועט דאס האבען אזא קליינע ווערדע אנטקעגען 20 מיליאנען אז מיר האבען פאלקאמען רעכט געהאט צו בעטראכטען דיא קראפט פון א פונד וויא אונפערענדערט.

אויב דיא ערד וואלט איינגעשרונקען ווערען אז איהר ראדיאוס, דאס הייסט דיא ווייטקייט פון איהר מיטעל פונקט ביז דיא אויבערפלעכע, זאל ווערען 2000 מייל דאן וואלט דערזעלבער שטיין, כאטש דיא מאסע שטאף אי אין עם אי אין דיא ערד איז געבליבען דיא זעלבע, וועגען 4 פונד. ווייל דיא ערווייטערונגען צווישען זייערע מיטעל-פונקטען איז געווארען 2 מאל קלענער, נעמליך 2000 אנשטאט 4000 מייל, און דערפאר וואלט דיא צוציהונגס־קראפט ווערען 2 מאל 2 גרעסער. פערקעהרט, אויב דיא ערד, ניט בייטענדיג איהר שטאף וואלט געווען גרעסער וויא זיא איז און וואלט האבען א ראדיאוס פון 8000 מייל, וואלט דער שטיין זייענדיג ערווייטערט פון דעם ערד׳ס מיטעל פונקט 2 מאל מעהר וויא פריהער, געוועגען 2 מאל 2 וויינינער דאס הייסט א ¼ פונד.

דא האט איהר ניוטאן׳ס גאנצען געזעץ פון צוציהונגס־קראפט אין זיין מאטעמאטישער פארמע. דיא קראפט ווערט פערגרעסערט אויף אזוי פיעל מאל, וויא דיא מאסע שטאף פון איינע פון דיא מיטווירקענדע קערפער, און זיא ווערט פערקלענערט כפל־כפלים וויא דיא ערווייטערונג פון דיא קערפער. דער געזעץ בלייבט דערזעלבער

ווען עס זיינען דאָ מעהר וויא צוויי קערפּער, גנעוויס וואָס מעהר קערפּער אַלץ קאמפּליצירטער (פערפּלאָנטערטער) ווערט דיא זאַך. נעהמט, צום ביישפּיעל, דיא זון, דיא לבנה און דיא ערד. זיי בעשטעהען פון פערשידענע מאסען שטאָף, דיא לבנה האט ארום 80 מאָל וויינינער שטאָף וויא דיא ערד, דיא זון האט אבער 300 טויזענט מאָל מעהר שטאָף וויא דיא ערד, זעלבסט פערשטענדליך מוז דיא צוציהונגס-קראַפט פון דער זון זיין אונגעהייער גרויס, און דיא ערד וועט פאַלען צו דער זון, וועהרענד דיא זון בלייבט אונבעוועגליך. אויף זיינען זיי פערשידען אין זייער ערווייטערונג פון דער ערד. דיא לבנה וויא פריהער געזאָגט, איז ערווייטערט פון דעם מיטעלפּונקט פון דער ערד 60 מאָל מעהר וויא דער שטיין וואָס ליגט אויף דער ערד, דאָס הייסט 60 מאָל 4000 מייל, אדער אונגעפעהר 240 טויזענט מייל, דיא זון אבער איז ערווייטערט פון דעם מיטעלפּונקט פון דער ערד מעהר וויא 90 מילליאָן מייל. דיא 3 דריי קערפּער ציהען איינער דעם אנדערן מיט א קראַפט וואָס קען לייכט אויסגערעכענט ווערען פון זייערע מאסען און ערווייטערונגען.

מיר האבען געזעהען וויא ניוטאן מיט דער הילף פון זיין געזעץ האט געקענט אויסרעכענען וויא פיעל דיא לבנה דאַרף פאַלען אין א סעקונדע צו דער ערד. אדער וויא פיעל זיא קריכט אראָב פון א גלייכער ליניע אין א סעקונדע. איהר קענט דעם רעכענונג אלליין מאַכען. דאָ אויף דער ערד פאַלט יעדע זאַך 16 פוס א סעקונדע, און 60 מאָל 60 מאָל 16 פוס אין א מינוט (נאַך'ן געזעץ פון פאַלענדע קערפּער) דיא לבנה אבער איז 60 מאָל ווייטער פון דער ערד וויא דער פאַלענ-דער שטיין, דאריבער דאַרף זיא פאַלען צו דער ערד 60 מאָל 60 וויינינער וויא דער שטיין, דאָס הייסט זיא וועט פאַלען אין א מינוט נראַדע וויא דער שטיין אין א סעקונדע, און איהר האט געזעהען וויא ריכטיג דאָס שטימט מיט דער ווירקליכקייט. דיא זעלבע רעכענונג קען מען געברויכען צו וויסען וויא פיעל דיא ערד און אַלע אנדערע פּלאַנעטען דאַרפען פאַלען צו דער זון צו, אייב נאָר מי ווייס דיא מאסע שטאָף פון דער זון. פערקעהרט אויב איהר ווייסט פּינקטליך וויא פיעל דיא ערד אין איהר יעהרליכע בעוועגונג קריכט אראָב פון דער

גלייכער ליניע אין א סעקונדע צייט אויף איהר ערווייטערונג פון דער זון, קען מען אויסרעכענען וויא פיעל שטאף דיא זון האט אין זיך.

איהר געדיינקט דאך וויא מען האט געקענט אויסרעכענען וויא פיעל דיא לבנה פאלט אראב צו דער ערד אין א מינוט. דאס זעלבע קען מען לייכט אנווענדען צו דער ערד. זיא מאכט איהר קרייז פון א געוויסער גרויס ארום דער זון אין 365¼ טעג. אזוי וויא דיא גרויס פון איהר גאנצען קרייז אדער עליפס איז בעוואוסט, קען מען דאך גאנץ איינפאך בערעכענען וועלכען טהייל פון קרייז, און וואס פאר א שטרעקע זיא מאכט אין איין טאג, אדער אין איין סעקונדע, און וויא פיעל דיא ערד לאזט זיך אראב צו דער זון אין דער צייט פון דער סעקונדע. אז איהר ווייסט שוין דיא שטרעקע וואס דיא ערד פאלט אראב אין א סעקונדע, קענט איהר גאנץ לייכט בערעכענען וויא פיעל מאל דיא זון איז שווערער פאר דער ערד.

א שטיין וואס איז 4000 מייל ווייט פון דעם מיטעלפונקט פון דער ערד און ווערט צוגעצויגען דורך דיא מאסע שטאף וואס איז אין איהר פאלט יעדע סעקונדע 16 פוס, אייב דער שטיין וואלט געווען אזוי ווייט פון דער ערד וויא דיא ערד איז ווייט פון] דער זון, דאס הייסט ניט איינמאל 4000 מייל, אבער 23000 מאל 4000 מייל וואלט דער שטיין געדארפט פאלען, נאך'ן געזעץ פון ערווייטערונג 23000 מאל 23000 וויינינגער פון 16 פוס, דאס קומט אויס א אונגעהייער פיצינקע שטרעקע, איבער 500 מיליאן מאל וויינינגער פון 16 פוס. אלזא וואלט דיא זון געהאט ניט מעהר שטאף וויא דיא ערד, וואלט דיא ערד יעדע סעקונדע געדאפט אראבפאלען צו איהר אבער 500 מיליאן מאל וועניגער פון 16 פוס, אבער אזוי וויא אין דער ווירקליכקייט פאלט דיא ערד צו דער זון צו 330 טויזענט מאל מעהר וויא דיזע פיצינקע שטרעקע, הייסט דאס אז דיא זון האט אין זיך 330 טויזענט מאל מעהר שטאף וויא דיא ערד. אט אזוי האט מען געקענט דערגיין דיא וואג פון דער זון, אייב מען ווייס דיא וואג פון דער ערד.

דאס זעלבע קען מען אנווענדען צו אלע פלאנעטען וואס דרעהען זיך ארום דיא זון, צו אלע לבנות וואס דרייען זיך ארום דיא פלאנעטען, און אומעטום אויסגעפינען וויא ריכטיג עס איז דיא צווייטע העלפט

פון ניוטאן'ם געזעץ, אז דיא צוציהינג קראפט פערקלענערט זיך כפל־כפלים דורך דיא ערווייטערונג צווישען דיא צוציהענדע קערפער.

איהר זעהט אז אייגענטליך איז געווען לייכטער צו בעווייזען דיא צווייטע העלפט, וויא דיא ערסטע, ווייל מיר האבען אזוי פיעל הימעלשע קערפער פון פערשידענע ווייטקייט, און אין יעדען פאלל האט מען געקענט בערעכענען נאך'ן געזעץ פון ערווייטערונג, וויא פיעל דער קערפער דארף אראבקריכען פון דער גלייכער ליניע אין א געוויסע צייט, און אומעטום האט דאס פאלקאמען געשטימט מיט דער ווירקליכקייט.

פיעל שווערער איז אבער געווען צו בעווייזען מיט קלארע עקספערימענטען, אז יעדע שטיק שטאף ציעהט צו דיא אנדערע שטיק שטאף, און אז דיא קראפט פון דעם צוציהען פערגרעסערט זיך אדער פטרקלענערט זיך גראדע אויף אזוי פיעל מאל וויא דיא פערגרעסערונג אדער פערקלענערונג פון דיא מאסע שטאף אין איינעם פון דיא צוציהענדע שטיקער שטאף.

אז שטאף ציהט צו שטאף קען מען בעווייזען מיט איינינע בעאבאכטונגען. א פערפענדיקעל לעבען א הויכען און גרויסען בארג קעהרט זיך אב עטוואס פון זיין געוויינליכער ריכטונג און בייגט זיך צום בארג צו, דאס הייסט דיא מאסע שטאף פון בארג זייענדיג אזוי נאהענט צום פערפענדיקעל ציהט עם צו זיך און שלעפט עם אביסעל אראב פון דיא ריבטונג, אין וועלכע דער מיטעלפונקט פון דער ערד ציהט עם צו זיך. נאך בעסער קען מען דאס זעהען אין פאל פון שווימענדע זאכען. זיי שטרעבען צוצושלאגען זיך צום ברעג פון דיא טייכען, אזערעס, א. ז. וו. אין וועלכע זיי שווימען. וואס שטילער דיא וואסער און וואס נעהענטער זיי זיינען פון ברעג, אלץ שטארקער איז אין זיי דיא שטרעבונג און אלץ שנעלער ווערען זיי ארויסגעוואָרפען צום ברעג.

מיר ווייסען, אז א זאך וואס שווימט האט פארלארען איהר געוויכט, דאס הייסט דיא צוציהונגס־קראפט פון דער ערד איז פערניכטעט געווארען, און דאריבער ווערט זיא צוגעצויגען ביי דיא ארומיגע ברעגען און בערג. אבער דיא בעאבאכטונגען זיינען דאך ניט גענוג צו בעווייזען קלאר דעם געזעץ אין זיין מאטעמאטישער פארמע

מיט דער ערד זעלבסט קענען מיר דאך געוויס ניט מאַכען קיינע עקספּערימענטען. מי קען דיא ערד דאך אויף'ן טיש ניט אוועקלייגען, מיר זיינען ניט אים שטאַנד איהר שטאָף צו פערקלענערען אדער פאַרגרעסערען, מיר קענען זיא ניט איינפּרעסען אדער פאַנאַנדערציהען, אום צו בעווייזען אַז איהר צוציהונג־קראַפט וועט זיך אזוי און אזוי פערענדערען וויא דער געזעץ וויל האָבען.

דיא זעלבע ערד שטערט אונז צו מאַכען עקספּערימענטען מיט אנדערע שטיקער שטאָף, ווייל איהר מאסע איז מיליאנען מאָל גרעסער וויא דיא העכסטע בערג, וויא דיא שווערסטע זאכען מיט וועלכע מיר קענען עקספּערימענטירען, זא דאָס אין דער געגענוואַרט פון איהר קראַפט מיט וועלכע זיא ציהט צו זיך צו אלע זאַכען, ווערט כמעט וויא פערניכטעט דיא קראַפט מיט וועלכע דיא פערשידענע זאַכען דא אויף דער ערד ציהען צו איינע דיא אנדערע. אבער קאַווענדיש האט דיא אַלע שוועריגקייטען בייגעקומען און האט געפונען א מיטעל צו בעווייזען קלאר מיט עקספּערימענטען וויא ריכטיג עס איז דיא ערסטע העלפט פון ניוטאַן'ס געזעץ. מיט דעם זעלבען מיטעל האט ער אויס־געפונען וויא פיעל דיא ערד וועגט. ניוטאַן אלליין האט געגעבען א פּלאַן וויא אויסצוגעפינען דעם געוויכט פון דער ערד, אבער אזוי וויא קאַווענדיש האט אויס געבעסערט פיעלע איינצעלהייטען, און האט געמאַכט דעם עקספּערימענט וויא ווייט מעגליך פּאלקאמען, ווע‍לען מיר זיך בעסער אבשטעלען אויף זיין עקספּערימענט (פּראָבע). אין זיין עקספּערימענט האט ער בענוצט א גאַנץ איינפאַכען אינסטרומענט, וועלכער איז יעדען בעקאַנט, א פּערפּענדיקעל. אום זיין פּלאַן צו פערשטעהען מוזען מיר פריהר בעטראַכטען וואָס איז דיא אורזאַכע וואָס מאַכט דעם געוויינליכען פּערפּענדיקעל פון א זייגער זיך וויגען אהין און צוריק.

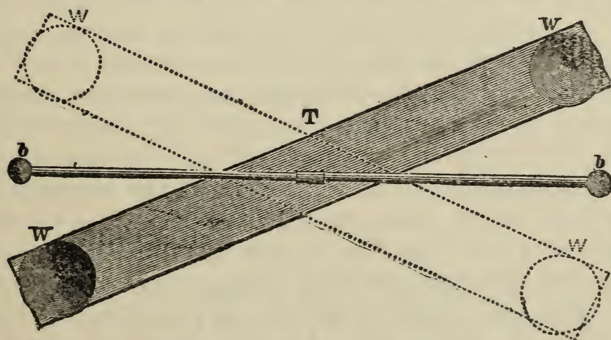
ווען דער פּערפּענדיקעל הייננט רוהיג, ווערט ער צוגעצויגען צו דער ערד און זיין שפּיץ צייגט אָן אויף דעם מיטעלפּונקט פון דער ערד. אזוי וויא דיא קראַפט וואָס שלעפּט איהם איז ניט שטארק גענוג עם אָבצורייסען פון דעם פּלאַץ אויף וועלכען ער הייננט, בלייבט ער רוהיג.

ניט אָבער דעם פּערפּענדיקעל א שטויס אָן א זייט, וואס דורך דעם שלעפּט איהר עס ארויס פון דער ריכטונג אין וועלכער ער איז צוגעצויגען געוועזען צו דעם מיטעלפּונקט פון דער ערד, קען ער אין דער איינגעביינגענע לאגע ניט פערבלייבען און ער וועט נעהמען פאללען צוריק צו זיין פריהערדיגער לאגע פון רוהע, דאס הייסט צום מיטעלפּונקט פון דער ערד; ווען ער קומט אָבער צו דיעזער לאגע, האט ער אין זיך, דורך דעם געזעץ פון אינערציע בעקומען א שטרעבונג צו בעוועגען זיך אימער מיט דער זעלבער געשווינדקייט, וואס ער האט געקראָגען אין דעם מאָמענט ווען ער האט דערגרייכט זיין פריהערדינע לאגע פון רוהע, און אזוי וויא אויסער דיא לופט שטערט עם קיין זאך ניט פאָרטצוזעצען זיין בעוועגונג, וועט ער ווייטער אָבקעהרען זיך פון דעם מיטעלפּונקט פון דער ערד. אזוי ווייט און אזוי הויך, ביז דיא אינערציע וועט פארניכטעט ווערען דורך דיא צוציהונגס קראפט וואס שלעפּט איהם צום מיטעלפּונקט, דאן וועט ער צוריק אָנהייבען פאללען צום מיטעל-פונקט, קומענדג צו איהם וועט איהם דיא אינערציע ווייטער אבציהען פון דעם מיטעלפּונקט און זאָ ווייטער. אייב ניט דיא שטערונג פון לופט, און דיא רייבונג אין דעם פּלאץ וואו דער פּערפּענדיקעל היינגט, וואלט ער זיך אזוי אייביג וויגען אהין און צוריק.

איהר זעהט, אז דיא צוציהונגס-קראפט פון דער ערד איז דיא אורזאכע וואָס מאכט דעם פּערפּענדיקעל שווינגען אהין און אהער. וואס שטארקער דיא קראפט, אלץ שנעלער וועט ער זיך שווינגען, און דא האבען מיר א פיינעם אינסטרומענט צו מעסטען דיא צוצי-הונגס-קראפט. אנשטאט צו בעאָבאכטען דיא פאלענדע קערפּער, וואס איז זעהר אונבעקוועם, ווייל מי מוז זיי ווארפען פון הייבע געביידען, און זייער פאלען געהט צו זעהר שנעל און אין א קורצע צייט, קענען מיר גאנץ בעקוועם ציילען וויא פיעל מאָל דער פּער-פענדיקעל שווינגט אהין און אהער אין א שטונדע אָדער אפילו אין א גאנצען טאָג, און פון דיא צאהל פון זיין שווינגען קען מען לייכט, דורך געוויסע מאטעמאטישע פאָרמולעס, אויסרעכענען דיא קראפט וואָס מאכט עם שווינגען. צו דער זעלבער צייט איז דער אינסטרו-

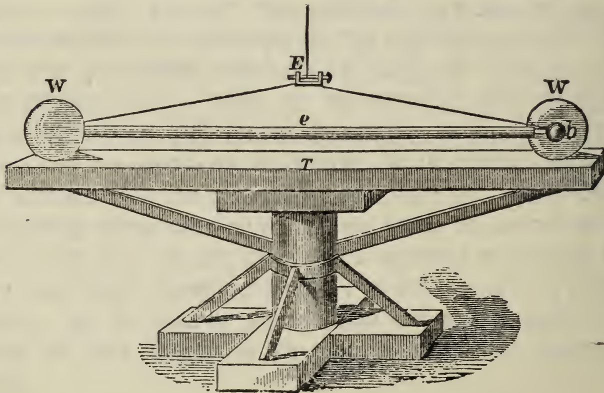
מענט ניט נאר איינפאך און בעקוועם, ער וועט אויך גענוי בעווייזען דיא מינדעסטע פערענדערונג אין דער צוציהונגס־קראפט. נעהמט צום ביישפיעל א פערפענדיקעל וואס גיט זיך א שוואונג איין מאל אין א סעקונדע. ווען דיא צוציהונג־קראפט זאָל אפילו אויף א האָרעלע אונבעדינגט מוזען פערקלענערט ווערען, וועט דאָך זיין שווינגען נעדויערען עטוואס מעהר וויא א סעקונדע, דער עטוואס מעג זיך זיין וויא קליין, אפילו אזוי קליין אז עס זאל זיין אונמעגליך דאס צו בעמערקען אויף דיא פיינסטע זייגערס, וועט דאס דאך האבען א ווירקונג אויף דיא צאל פון זיין שווינגען אין א טאג. פערגעסט ניט אז דער סעקונדע־פערפענדיקעל שווינגט זיך 60 מאל 60 אָדער 3600 מאל אין איין שטונדע, אין 24 שטונדען קומט דאס אויס גראדע 86,400 מאל. איז אבער דיא צוציהונג עטוואס קלענער, וועט מוזען דיא צאהל 86,400 עטוואס פערקלענערט ווערען, און פון דיא פער־קלענערטע צאהל קען מען לייכט אורטהיילען איבער דיא פערענדערונג אין דער קראפט.

לאָ מיר זשע זעהען וויא אזוי קאווענדיש האט בענוצט דעם פערפענדיקעל אום קלאר צו בעווייזען ניוטאָ'ס געזעץ.



אין דער פיגור זעהט איהר אין מיטען א לאנגען שטאנג, אויף דיא עקען זיינען ארויפגעזעצט קוגלען bbביידע פון פונקט דעם

זעלבען געוויכט. דער שטאנג מיט דיא קליינע קוגלען הייננט וויא
דער שטאנג פון א וואָגשאל און ער קען זיך דערפאר גאנץ פריי
בעווענען רעכטס אדער לינקס. דיא ערד ציהענדענ איין קוגעל, קען
איהם ניט אַראָבציהען און מאכען פאלען, ווייל אויף דער אנדער זייט
איז דא א קוגעל פון דעם זעלבען געוויכט, און אויף דעם אופן ווערט
דיא קראפט פון דער ערד אויף איין קוגעל גלייך וויא פערניכטעט
דורך דיא קוגעל אויף דיא אנדערע זייט, אזוי בלייבען דיא צוויי
קוגלען פריי פון דיא ווירקונג פון דיא צוציהונגס־קראפט פון דיא ערד.
דאן שטעלט קאווענדיש צוויי גרויסע בלייענע קוגלען W W אויף א
טיש אונטער דעם שטאנג נאהענט פון דיא עקען b b פון דעם
שטאנג. איין קוגעל W איז פון פארענט, דיא אנדערע פון הינטען
פון דיא שטאנג. דיא צוויי בלייענע קוגלען ציהען צו דיא קליינע
קוגלען b b און דיא גאנצע שטאנג מיט דיא ארויפגעזעצטע קוגלען
הייבט זיך אן דרייען צו דיא בלייענע קוגלען W W. בייט איבער
דיא בלייענע קוגלען אונ שטעלט זיי אוועק וויא עס איז אנגעצייכענט
אויף דער פיגור מיט דיא פינטלען, און דער שטאנג וועט זיך דרייען
אין דער נייער ריכטונג צו דיא קוגלען צו. דא זעהט איהר קלאָר
אז שטאף ציהט צו שטאף.



דיא צווייטע פיגור צייגט אייך דעם גאנצען אפפאראט מיט'ן טיש און מיט דער אויפגעהאנגענע שטאנג. דיא בלייענע קוגלען קענען געמאכט ווערען פון פארשידענע גרויס, און פארשידענע וואג און מען קען מיט דעם אפפאראט גענוי שטודירען דיא צוציהונג קראפט פון שטאף וויא זיא בייט זיך פון דיא מאססע שטאף וואס איז אין דיא צוציהענדע קערפער. איינינע פארשער נאך קאווענדי־שען האבען אנשטאט בלייענע קוגלען געברויכט גרויסע אייזערנע פעססער אנגעפילט מיט קוועקזילבער. און האבען אריינגעבראכט פיעלע אנדערע פערבעססערונגען, און אין דיא אלע עקספערימענטען איז קלאר בעוויזען געווארען וויא ריכטיג איז ניוטאן'ס געזעץ.

דעם זעלבען אפפאראט האט קאווענדיש בענוצט גענוי צו מעססטען דיא וואג פון דער ערד. ער שטעלט אוועק דיא בלייענע קוגלען וויא פריהער גאנץ נאהענט צום שטאנג אבער אזוי אז דעו שטאנג זאל ניט קענען אנריהרען דיא בלייענע קוגלען. גיט דעם שטאנג א שטויס אן אזייט, וועט פון שטאנג ווערען א פערפענדיקעל וואס וועט זיך וויגען אהין און אהער ארום דיא בלייענע קוגלען, גלייך וויא ער וויגט זיך פון דער צוציהונג־קראפט פון דער ערד. געוויס כאטש דיא שטאנג איז גאנץ נאהענט צו דיא צוציהענדע בלייענע קוגלען, וועהרענד דער געוויינליכער פערפענדיקעל פון א זייגער איז 4000 מייל ערווייטערט פון דעם מיטעלפונקט פון דער ערד, דאך ווייל דיא מאססע שטאף אין דיא קוגלען איז אונגעהייער קליין אין פערגלייך מיט דיא שטאף אין דיא ערד־קוגעל, האט דיא שטאנג געדארפט שווינגען פיעל לאנגזאמער, וויא דער געוויינליכער פערפענ־דיקעל און דיא צאהל פון זיין שווינגען אין א שטונדע איז געווען 20 אנשטאט 3600 וויא ביי דעם זייגער פערפענדיקעל. פערגלייכענדיג דיא צאהלען פערראורזאכט ביי דיא בלייענע קוגלען פון געוויססער געוויכט און ביי דיא ערד, קען מען מאטעמאטיש פינקטליך אויסרעכענען וויא פיעל מאל מעהר שטאף עס איז אין דיא ערד וויא אין דיא בלייענע קוגלען. און אזוי האט ער אויסגערעכענט דיא וואג פון אונזער ערד־קוגעל און האט געפונען, אז זיא וועגט אונגעפעהר 14 קוואדריליאן פונט.

נאך איהם האבען פיעלע פארשער, וויא רייך אין פרייבורג און ביילי ווידערהאלט דיא עקספערימענטען אויף פיעלע אנדערע נייע אופנים און קאווענדיש'עס וואג פון דער ערד איז געפונען צו זיין זעהער נאהענט צו דער ווירקליכקייט.

מיינט אבער ניט אז דיא עקספערימענטען איז גיוועזן אזוי לייכט דורכצופיהרען וויא עס זעהט אויס פון דעם בעשרייבען אין דעם ארטיקעל.

איך האב בכיון פערמייט צו געבען דיא פיעלע איינצעלהייטען וואס קאווענדיש האט געמוזט אין אנבעטראכט נעהמען אום צו מאכען דעם עקספערימענט וויא ווייט מעגליך פאלקאמען.

דער צימער האט געמוזט האבען וויא ווייט מעגליך אין אלע זייטען גלייכע מאסען שטאף, זאָ דאס איין וואנט זאל ניט צוציהען דעם שטאנג שטארקער וויא דיא אנדערע, דער טיש האט געמוזט שטעהן פינקטליך אין מיטען צימער, דער בעאבאכטער זעלבסט האט ניט געטארט זיין נאהענט צום אפפאראט אום מיט זיין צוציהונגס קראפט ניט צו שטערען דיא רעזולטאטען, ער האט בעאבאכטעט דיא שווינגונגען פון דעם שטאנג פון דער ווייטען דורך א טעלעסקאָפ, מי האט געדארפט בעזארגען אז דיא בעוועגונגען פון לופט זאלען ניט שטערען דעם שווינגען א.ז.וו. א.ז.וו.

עס האט עס גענוג געקאסט מיהע, ארבייט און געלד אום דעם עקספערימענט דורכצופיהרען, אָבער דער רעזולטאט איז ווערט געווען דיא גאנצע ארבייט און דיא וויסענשאפט מעג שטאלצירען מיט אזעלכע פאָרשונגען, וואס האבען אונז געגעבען דיא מעגליכקייט אזוי פנקטליך אויסצוגעפינען דעם געוויכט פון דיא ערד.

* * *

בעווייזע, אז דיא ערד דרייט זיך.

אין קופּערניק׳ס צייטען, האט קופּערניק אליין, דער ערשטער אסטראָ־נאמער וואס האט אנגעהויבען צו בעווייזען, אז דיא ערד דרייט זיך, נאך ניט געוואוסט קיינע פּאָזיטיווע בעווייזע צו ברייננגען פאר זיין לעהרע. אין זיין בעריהמטע ווערק: „ביכער ווענגען דעם דרייען זיך פון דיא הימעל־שע קיילעכדיקע וועלט־קערפּער״,—א ווערק וואס האט איהם גענומען 23 יאהר (פון 1507 ביז 1530) צו שרייבען—געפינט איהר ניט קיין איינציגען פּאָזיטיווען בעוויז, אז דיא ערד דרייט זיך. ער האָט נאר ערקלערט, אז מען זאל אננעהמען דעם דרייען זיך פון דער ערד אלס א זעהר וואהרשיינ־ליכע זאך. דער רוסישער געלעהרטער לאמאנאסאוו, וועלכער איז אוועק־געלאָפען אלס קינד פון זיין דערפיל נאך מאסקווע אום זיך צו לערנען און וועלכער איז נאָך דעם בעקאנט געווארען אין רוסלאנד אלס א גרויסער געלעהרטער און פּאָעט, ברייננגט א גאנץ איינפאכען ביישפּיעל, אז עס לייגט זיך גלאטער אויפ׳ן שכל אָנצונעהמען דאָס דיא ערד דרייט זיך. זיין ביישפּיעל פלעגט זיין מיט א קוכער: עס וואלט גיוועזן דום זיך פארצו־שטעלען, אז דער קוכער זאל נעהמען דעם אויוועז און איהם דרייען ארום טאפּ, אנשטאט צו דרייען דעם טאפּ ארום אויוועז. דיא זון איז אונזער אויוועז, זיא גיט אונז היטץ. זיא איז אויך פיעל מאל גרעסער וויא דיא ערד (דאָס איז שוין אין קאָפּערניק׳ס און לאָמאָנאָסאָוו׳ס צייטען בעקאנט געוועזן), אלזאָ וויא קען מען זיך דאס פאָרשטעלען, אז מען זאל דרייען אונזער אויוועז, דיא ליכטיגע זונן, וועלכע איז מילליאנען מאל גרעסער וויא דיא ערד, ארום דעם שוואַרצען טעפּעל, אונזער פערשווארצטע ערד? דער ביישפּיעל איז אפילו גאנץ איינפאך, אבער ער בלייבט דאך א ביי־שפּיעל, מיט א ביישפּיעל קען מען דיא יעניגע וואס גלויבען ניט אין דעם דרייען זיך פון דער ערד, ניט איבערצייגען. פיללייכט איז דער קוכער טאקי א נאַר? אָדער אַז ניט, קען מען דאך געפינען א׳ן אנדער ביישפּיעל, וואָס

ווייזט גראדע פערקעהרט. מיט ביישפּיעלע קען מען ניט פיעל אויפטאהן. אבער פון יענער צייט אן האבען מיר פיעל זייער וויכטיגע, קלארע מאטע־מאטישע בעווייזע אז דיא ערד דרייט זיך. איינינע פון דיעזע בעווייזע איז שווער פּאָפּולאר צו ערקלערען, וויל מען מוז מיט מאטעמאטיק אביסעל בעקאנט זיין, אום זייא דייטליך צו פערשטעהן.

דאָך גלויב איך, אז מען קען זיי אלע גאנץ פערשטענדליך מאכען אהן טיעפע מאטעמאטיק. עס איז נאר גענוג בעקאנט צו זיין מיט ניוטאן׳ס געזעצע פון אינערציע און צוציהונג־קראפט

איין בעווייז אז דיא ערד דרייט זיך איז דער פאקט, אז אללע זאכען האָבען א׳ן אנדער וואָג אויפ׳ן עקוואטאָר און א׳ן אנדער וואָג אין דיא ערטער וואס זיינען ערווייטערט פון עקוואטאר. דאס יעדע זאך מוז וועגען ווייניגער אויפ׳ן עקוואטאר און אלץ מעהר און מעהר, וואָס ווייטער איהר געהט אוועק פון עקוואטאר.

דיא לעזער מוזען שוין בעקאנט זיין מיט דיא ווערטער עקוואטאָר און פּאליוסען. דאך וועל איך אין קורצען זייער פּשט ווידערהאלען. דיא ערטער אויף דער ערד, וואו דעם גאנצען יאהר איז ניטא קיין אונטערשיעד צווי־שען טאג און נאכט, וואו דעם גאנצען יאהר איז יעדער טאג, סיי ווינטער סיי זומער, גראדע 12 שטונדען לאנג, קיין מאָל ניט גרעסער קיין מאל ניט קלענער, ליגען אויף דעם עקוואטאר. דער עקוואטאר אלזאָ איז א ראד אָדער א צירקעל, וועלכער רינגעלט ארום דיא ערד דורך אלע דיזע ערטער וואו דיא טאג און דיא נאכט זיינען איממער גלייך. דיא ערטער וועלכע ליגען אויפ׳ן עקוואטאר, זיינען אויך דיא ווארימסטע ערטער פון אונזער ערד. דיא צוויי פּונקטען וואס זיינען אם ווייטעסטען ערווייטערט פון דעם עקוואטאר הייסען פּאליוסען. איינער פון דיא פּאליוסען הייסט דער נאָרד פּאליוס און דער אנדערער דער זיד פּאליוס. דיא ערטער לעבען פּאליוס זיינען דיא קאלטסטע אויף דער ערד און זיי האבען דעם גרעסטען אונ־טערשייד צווישען דיא זעהר קורצע ווינטער טעג, און דיא זעהר לאנגע זומער־טעג.

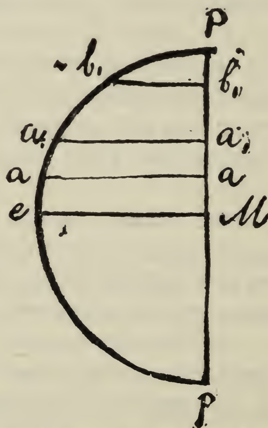
לאמיר פריהער זעהען, ווארום מוז דאָס אזוי זיין אז יעדע זאך זאָל וועגען ווייניגער אויף דעם עקוואטאר.

קינדערווייז האבען פיעלע פון דיא לעזער געוויס געליעבט צו ווארפען שטיינער, און אז מען האט געוואלט דעם שטיין גאנץ הויך ווארפען, פלעגט מען צובינדען דעם שטיינדעל צו א לאנגען פאדעם. האלטענדיג דעם פאדעם פאר'ן ברעג, פלעגט מען דרייען דעם פאדעם מיט דעם צוגעבונדענעם שטיינדעל אזוי לאנג און שנעל, ביז דער שטיינדעל האט זיך פון דער האנד אפּגעריסען און ער איז אוועקגעפלויגען זעהר הויך. יעצט זיינען מיר שוין גרויסע קינדער. שטיינער ווארפען פּאסט שוין פאר אונז ניט, אבער עס איז שוין צייט זיך אָבגעבען חשבון, וואס איז אזוינס געוועזען מיט'ן שטיינדעל, ווען מען דרייט איהם ארום?.

גאנץ איינפאך, ווען דער שטיינדעל דרייט זיך ארום קיילעכדיג וויא א ראָד, האט ער דורך דיא געזעצע פון אינערציע בעקומען א קראפט, אָדער ריכטיגער געזאגט, א שטרעבונג אוועקצופליהען יעדע סעקונדע פון דעם ראד אין א גלייכע ליניע, מיט דער זעלבער געשווינדקייט וואס ער האט זיך געדרייט אין ראָד. אלזאָ, וואס לייננער עס איז דער פאַ־דעם וועלכער בינדט צו דעם שטיינדעל, וואס שנעלער איהר דרייט דעם שטיינדעל, בעקומט ער אלץ א גרעסערע שטרעבונג זיך אבצורייסען און אוועקצולויפען אויף אייביג אין א גלייכע ליניע. אויב דיעזע קראפט ווערט אזוי גרויס, אז דעם שטיינדעל איז אונמעגליך אבצוהאלטען מיט דיא קראפט פון אייערע פינגער רייסט ער זיך אב און פליהט טאקי אוועק אין א גלייכע ליניע, אלזא ביי דעם דרייען זיך אין א ראד ענטוויקעלט זיך ביי דער זאך וועלכע דרייט זיך, א קראפט זיך אוועקצורייסען פון דעם ראָד, א קראפט, וועלכע ווירקט גראדע פארקערט פון דער צוציהונגס־קראפט. דיא צוציהונגס־קראפט מאכט יעדע זאך זיך צו שטרעבען צום מיטעל־פונקט פון דער ערד, ווייל דיא קראפט פון א זאך, וועלכע דרייט זיך, איז גראדע אוועקצולויפען פון מיטעלפונקט פון דער ערד.

צו בעווייזען דאס דייטליכער נעמט א רייף און לייגט ארויף א שטיינדעל אויף איהם און דרייט דעם רייף גאנץ שנעל. דער שטיינדעל וועט ניט אראָפּ פאלען גראדע וויא איהר וואלט איהם צוגעבונדען צום רייף. זעהט מען דאך קלאר, אז דיא קראפט פון דעם שטיינדעל, ווען מען דרייט איהם צוזאממען מיט'ן רייף איז גראדע פארקערט פון דיא צוציהונגס־קראפט. אז דער שטיינדעל דרייט זיך ניט, פאלט ער גלייך צו דער ערד

ווייל אויף איהם ווירקט דיא צוציהונגס קראפט. אבער, אז ער דרייט זיך שנעלל קען דיא נייע קראפט, וועלכע ענטוויקעלט זיך ביי'ן דרייען זיך, איבערקוממען דיא צוציהונגס קראפט און דער שטיינדעל פאלט ניט צו דער ערד כל זמן מען דרייט איהם שנעל. וויא נור מען פאנגט אן לאנגזאמער צו דרייען דעם רייפעל מיט'ן שטיינדעל אויף איהם, וועט דיא צוציהונגס קראפט שטארקער ווערען וויא איהר געגנערין און דער שטיין פאלט אויף דער ערד. נאך בעססער קענט איהר בעווייזען דיעזע קראפט וועלכע ענטוויקעלט זיך ביי'ן דרייען זיך, ווען איהר זאלט ארויפשטעלען אויפ'ן רייף א גלעזיל מיט וואססער. איהר וועט בעמערקען, אז דיא גלעזיל וועט ניט אראפפאלען, דאס וואססער וועט זיך ניט אויסגיססען, כל זמן דער דער רייף ווערט געדרייט מיט א גרויסע שנעלקייט. איך גלויב דאס איהר זייט שוין איבערצייגט אז א זאך וואס דרייט זיך, האט אין זיך א נייע קראפט, דיעזע קראפט הייסט אין מעכאניקע צענטער־לויפענדע קראפט, דאס הייסט א קראפט וועלכע טראגט דיא זאך אוועק פון צענטער אדער מיטעל־פונקט. לאמיר יעצט דיא זעלבע ערשיינונגען אנווענדען צו אונזער ערר.



אין דער פיגור שטעלט M פאר דעם מיטעל פונקט פון דער ערד. דיא

ליניע P P זאל זיין דיא אקס אויף וועלכע דיא ערד דרעהט זיך. דיא פונקטען P P זיינען דיא צוויי פּאָליוסען. דער נארד־פּאָל און דער זיד־פּאל

דער פונקט e זאלל זיין אויף דעם עקוואטאָר און דיא אַנדערע 3 פונקטען a a, b אירגענד וועלכע פונקטען אויף דער ערד צווישען דעם עקוואטאָר און דעם פּאליוס P.

לאָמיר זיך פארשטעלען, אז דיא ערד שטייט רוהיג, דאן וואלט יעדע זאך געוויס דארפען האָבען דיא זעלבע וואג, וואו דיא זאך זאָל ניט זיין, סיי אויף׳ן עקוואטאָר, סיי אויף דיא פונקטען a, a, b סיי אויף׳ן פּאָליוס P, ווייל דיעזע פונקטען זיינען דאָך אלע גלייך ערווייטערט פון דעם מיטעלפּונקט פון דער ערד, פון M, און דארום מוז דיא ערד האבען דיא זעלבע צוציהונגס־קראפט אין דיעזע אלע פונקטען. אבער אויב דיא ערד דרייט זיך, קומט שוין אויס גאנץ אנדערש. דער פונקט e, וועלכער ליגט אויף׳ן עקוואטאָר, דרייהענדיג זיך, מאכט אין א טאָג דעם גרעסטען ראָד אָדער צירקול, דער פּאָליוס P שטייט אויף איין אָרט, ער מאכט קיין ראָד ניט; ער בלייבט דעם גאנצען טאָג אונבעוועגליך. דיא פונקטען פון דער ערד b, a', a, וועלכע געפינען זיך צווישען דעם עקוואטאר e און דעם פּאָ־ליוס P, מאַכען קלענערע רעדער וויא דער עקוואטאָר e. איהר קענט דאָס געניי זעהן פון דיא ליינג פון דיא ליניעס .b b ; aa, a'a ; M e ! וואס נעהענטער דער פונקט איז צום עקוואטאָר, איז דיא ליניע אלץ גרעסער און דער ראָד, וואס דער פונקט מאכט אין זיין טעגליכען דרייען זיך, איז אויך גרעסער, און פארקעהרט, וואָס נעהענטער דער פונקט קומט צום פּאָליוס איז דיא ליניע אלץ קלענער און דער ראָד וועלכען זיא מאכט, איז אויך קלענער.

אלזאָ פונקט e פון דעם עקוואטאָר מאכט דעם גרעסטען ראָד אין א טאָג, דאָס הייסט ער דרייט זיך שנעלער וויא אלע אנדערע פונקטען אויף דער ערד. אלע אַנדערע פונקטען דרייען זיך איממער לאנגזאמער וואס מעהר זיי זיינען ערווייטערט פון דעם עקוואטאָר, ביז מען קומט צום פּאָליוס, וועלכער דרייט זיך דורכאויס ניט.

און וויא מיר האבען פון שטיינדעל געזעהען, מוז דער פונקט e ענטוויקלען דיא גרעסטע קראפט זיך אָפּצורייסען פון דער ערד און אוועק־צולויפען אין א גלייכער ליניע פון דעם צענטער פון דער ערד .מיט

אנדרעע ווערטער אין פונקט e ווערט געבאָרען א קראפט וועלכע איז גראדע דער געגענטהייל פון דער צוציהונגס קראפט. וואלט דיא נייע קראפט זיין גרעסער וויא דיא צוציהונג קראפט, וואלטען אלע זאכען וואָס געפינען זיך אויף e אוועקלויפען פון דער ערד און קיין מאָל ניט צוריק קומען. אָבער דיעזע קראפט מאכט א גאנץ קליינע טהייל פון דער צוציהונג קראפט, כמעט א דריי הונדערטעל פון דער צוציהונגס קראפט. דיא פונקטען a און b ערווייטערט פון עקוואטאָר מאכען קלענערע און קלענערע רעדער אין זייער טעגליכען דרייען זיך, און דארום ענטוויקלען זיי א קלענערע צענטער-לויפענדיגע קראפט, אלץ קלענער, וואָס נעהענטער דער פונקט קומט צום פאָליוס צו, ביז אויפ'ן פאָליוס ווירקט נור דיא צוציהונגס קראפט אליין, און קיין קראפט ווירקט איהר דאגעגען.

יעצט איז שוין גאנץ לייכט צו פערשטעהן, אז אויפ'ן פאָליוס מוזען אלע זאכען וועגען שווערער, ווייל דאָרט איז ניטא קיין קראפט, וועלכע זאָל ארבייטען געגען דיא צוציהונגס-קראפט. אויפ'ן עקוואטאָר איז פערקעהרט. דאָרטען מוזען אללע זאכען לייכטער זיין וויא איבעראל אויף דער ערד, ווייל דארט ענטוויקעלט זיך אם גרעסטען דער געגנער פון דער צוציהונגס-קראפט, און אין דיא אנדערע פונקטען פון דער ערד צווישען דעם עקוואטאָר און פאָליוס מוז דיא זאך אלץ מעהר געוויכט פערליערען וואָס נעהענטער מען קומט פון פאָליוס צום עקוואטאָר.

נאָך אללע רעכנונגען נאך, מוז א זאך, וואָס וועגט צוויי טויזענד פונט אויף דעם פאָליוס אדער אין א שטאָט וואָס איז אם נעהענטסטען צום פאָליוס, פערליערען אין א שטאט אויפ'ן עקוואטאר ארום 10 פונט. פינקטליך אויסרעכענען וויא פיעל עס פארלירט וואָג קען מען מיט מאטעמאטיק.

דאכט זיך וואָס קען שוין איצט לייכטער זיין וויא צו בעווייזען אז דיא ערד דרייט זיך? מען האט געדארפט נאר נעמען א זאך, אָפּוועגען, לאמיר זאגען, אין לאָנדאן, און אויסרעכענען פינקטליך, וויא דיא זעלבע זאך מוז וועגען ערגעץ אין בראזיל'ען אויפ'ן עקוואטאָר און בעווייזען פּאקטיש אז עס שטימט מיט דער רעכענונג. אבער דיינקט נאר אויף א מינוט וואָס הייסט וועגען, אויף איין שאל לייגט מען ארויף דיא זאך פון אן אונבעוואוסטע וואָג, און אויף דער אנדערער לייגט מען ארויף אייזען

אָדער עטוואס אַנדערש, זאכען פון א בעוואוסטע וואָג; טאָ וויא קען מען דאָס בעווייזען אז אַ זאך האט פערלארען אין געוויכט אויף אַ געוויינליכע וואג. ווי פיעל דיא זאך פערלירט, פערלירט דאך אויך דער אייזען וועלכע ליגט אויף דער אנדערער שאָל. דעריבער האט מען גאר ניט געקענט בעווייזען, ביז איינעם איז אריינגעפאללען אין קאָפּ צו נעהמען א ספּראָנ־זשינג־וואָג. אין א ספּראנזשינג־וואָג ווערט דאס געוויכט פון א זאך בעשטימט דורך איהר קראפט דיא ספּראנזשינג צו צוקוועטשען. עס פערשטייט זיך, אז דאס געוויכט פון א זאך ווערט קלענער, וועט דיא זאך פערלירען פּונקט אזוי פיעל קראפט צו צוקוועטשען דיא ספּרונזשינג.

יעצט האט מען שוין געקענט דייטליך בעווייזען, אז דיא ערד דרייט זיך. דיזעלבע זאך וואס וועט אויף דער ספּראנזשינג־וואג בעווייזען 2000 פונט אין לאָנדאָן, וועט אויף דער זעלבער ספּראנזשינג וועגען וויינינגער אין בראזיליען אדער אינדיע און זאָ וויינינגער וויא נאך דעם רעכנונג קומט אויס. יעצט וועלען מיר זעהן אנדערע וויכטיגע בעווייזע.

אנאנדער בעווייז איז פון דיא ריכטונג פון טייכען. טייכען פליסען דאך דאכט זיך אין אלע ריכטונגען, אָהן קיין שום רעגעלמעסיגקייט. אז מען קוקט זיך צו אפילו צו דיא קלענסטע טייכעלע, זעהט מען דאָך וויא זיא דרייט זיך אהין און א הער וויא אשלאנג, בייט איהרע ריכטונג יעדע עטליכע הונדערט פוס פליסענדיק א מאָל שנעל, א מאָל לאנגזאם, א מאָל רוישענדיק, א מאל שטיל און געלאסען, עס שיינט דאך, אז קיינע געזעצע זיינען ניט געשריבען געווארען פאר איהר, אז אללע איהרע בעוועגונגען זיינען ווילד, און איבער זיי הערשט נאָר צופאל און קאפּריז. אזוי זעהט דאָס אבער נאר אויס דעם אבערפלעכליכען בעאָבאַכטער.

אין דער ווירקליכקייט האָבען דיא טייכען אין זייער פליסען און אין זייערע ריכטונגען גראדע אזא געזעצליכקייט און אזא רעגעלמעסיגקייט וויא דיא ערד און אַנדערע פלאנעטען אין זייער דרייען זיך ארום דיא זון, עס זיינען דאָ געוויסע אורזאכען וואס מאכען אז דער טייך זאָל נעהמען דיזע אדער יענע ריכטונג.

דיא גרעסטע און דיא וויכטיגסטע אורזאכע. וואָס ווירקט און בעשטימט זייער ריכטונג געפינען מיר און דיא הויפּט־בערג פון דעם לאנד. צום ביישפּיעל, אין דעם לאנד וואו מיר געפינען זיך יעצט, אין

דיא פעראייניגטע שטאטען זיינען דאָ עטליכע גרויסע בערג. דיא גרעס־טע פון זיי זיינען ניט ווייט פון דעם גרויסען אָדער שטילען אָקעאַן (דער גרעסטער אָקעאַן פון דער וועלט, וועלכער וואַשט דיא וועסט ברעגעס פון אַמעריקאַ) זיי הייסען פעלזען־בערג, „ראָקי מאונטיינס״ דיזע בערג ציהען זיך אויף טויזענדער מייליען. אין אייניגע ערטער זיינען זיי ברייטער און אין אייניגע שמעלער, אין אייניגע העכער אין אנדערע נידעריגער. אָבער דורכאויס האבען זיי א געוויסע ריכטונג פון נאָרד צו זיד. דאס לאנד א פאר הונדערט מייל פון דעם גרויסען אָקעאַן איז אויפגע־הויבען פון נאָרד צו זיד, רייזענדיג אלזאָ פון נארד צו זיד אדער פארקערט, געפינט מען זיך דורכאויס אויף הייכע לאַנד. אבער אז מען רייזט אוועק פון דיא פעלזען־בערג צו איסט צו אדער צו וועסט צו, קומט מען אימער אויף נידריגערע און נידריגערע לאַנד, ביז נאך מעהרערע הונדערטער מיילען קומט מען צו א גאנץ נידריגע לאנד, צו א טאָל, וואס איז ניט פיעל העכער וויא דיא וואסער אין ים. אלזאָ א בארג וואָס האט א ריכטונג פון נארד צו זיד, אדער פון זיד צו נארד מוז האבען צוויי אראָפּבארגעדיקע משיפועדיגקייטען פון צוויי זייטען; א מזרח־זייטיגע משיפועדיגקייט און א מערב׳דיגע משיפועדיגקייט, און אזא בארג וועט געבען אן אָנפאַנג צו צווייערליי סיסטעמען טייכען: דיא טייכען, וועלכע פאנגען זיך אן אויף דיא מזרח־זייטיגע משיפועדיגקייט וועלען מוזען פליעסען נאך מזרח, ווא־רום וואסער מוז לויפען פון א העכערען אָרט צו א נידרעגערען; און פערקעהרט, דיא טייכען, וועלכע הייבען זיך אָן אויף דעם מערב זייט, מוזען פליעסען צום מערב צו. אלזאָ אין אַמעריקא פליסט דיא גרעסטע טהייל פון דיא טייכען איסט אדער וועסט, ווייל דיא פעלזען־בערג האָבען א ריכטונג פון נאָרד צו זיד. אבער אין אייראָפּא ציהען זיך דאָס רוב בערג פון איסט צו וועסט; דארום געפינען מיר דארט צוויי סיסטעמען טייכען וועלכע האָבען א ריכטונג ענטוועדער צו נאָרד צו אדער צו זיד צו. אין רוסלאַנד, צום ביישפּיעל, פליסען דאָס רוב טייכען, וויא דיא וואלגא, דער דניעפּער, דאָן, צום זיד צו און אין סיביר פליסען דיא גרויסע טייכען צו נאָרד צו.

יעצט הערט זיך נאר צו, וואָס פאר א מערקווירדיגע זאך עס איז אויסגעפונען געוואָרען מכח דיא טייכען, וואָס פליסען פון נאָרד צו זיד.

אין אייראָפּאַ, רוקען זיי זיך ביסלעכווייס אוועק צו ועסט צו, דאָס הייסט דיא טייכען פערלאָזען ביסלעך־ווייס זייערע בעטען אימממער רוקענדיג זיך פון איסט צו וועסט צו. צום ביישפּיעל, נעמט דיא וואָלגא, דאָס איז דער גרעסטער טייך אין רוסלאַנד, ער ציהט זיך איינינגע טויזענדער ווערסט פון נאָרד צו זיד ביז ער פאַלט אריין אין קאַספּישען ים. אזוי וויא ער פליסט פון נאָרד צו זיד, מוז ער דאָך האָבען צוויי ברעגעס, איינער אויף׳ן איסט זייט, און דער אנדערער אויף׳ן וועסט זייט. דאָס רוב פון זיינע וועסט ברעגעס זיינען הויך און זייער משופּועדיג; דיא איסט ברעגעס אים נעגען טייל, נידעריג, בעדעקט מיט פעטע, פיינע גראָזען, און ווערען גאַנץ אָפט פאַרפלאַסען ווען דיא וואָלגא צוגיסט זיך. דיא געאָלאָגען האָבען דייטליך בעוויזען, אַז דיעזע נידעריגע איסט ברעגעס, וועלכע בילדען אזוינע פיינע לאָנקעס, זיינען אַ מאָל געווען דיא בעטען אין וועלכע דער טייך וואָלגא האָט געטריבען זיין וואסער צום קאַספּישען מעער, און פון וועלכע ער האט ביסלעכ־וויז אָפּגעטראָטען צו וועסט צו, ביז ער האט געפונען הויכע און שטארקע בערג, דורך וועלכע ער קען זיך לייכט ניט דורכרייסען אין זיין שטרעבונג נאָך וועסט. דאָס זעלבע איז אויסגעפונען געוואָרען וועגען אנדערע טייכען וועלכע רינען פון נאָרד צו זיד. ווען זייא קענען נאָר בייקומען דעם וועסט ברעג, רוקען זיי זיך אַלע אוועק פון איסט צו וועסט צו.

וואָס דארפט איהר מעהר,—דיא שטאָט קאַזאַן אין רוסלאַנד, וועלכע איז מיט הונדערטער יאָהרען צוריק געבויט געוואָרען אויף דעם איסט ברעג פון דער וואָלגא, געפינט זיך שוין יעצט גאָר ניט אויף דער וואָלגא, דיא שטאָט ווייסען מיר, האָט דאָך זיך ניט אוועקגערוקט פון איסט כמעט 7 ווערסט פון דער וואָלגא. אבער דיא וואָלגא האט זיך אוועק־גערוקט צו וועסט אונגעפעהר 7 ווערסט אין וויינינגער וויא טויזענד יאָהר.

נאָך מערקווירדיגער איז מיט דיא טייכען וואָס רינען פון זיד צו נאָרד און אייראָפּא, זיי האָבען גראַדע אַ חשק זיך צו שטופּען צו איסט צו, נעהמט, צום ביישפּיעל דיא גרעסטע טייכען אין סיביר, דיא לענע, דיא יעניסיי, דיא אָב, און פיעלע אַנדערע קלענערע טייכען וואָס פליסען אין דיא קאַלטע נאָרד ימים, און האָבען אַ ריכטונג פון זיד צו נאָרד, זיי אַלע רוקען זיך ביסלעכווייס צו איסט צו, און זייערע אלטע בעטען

אין וועלכע זיי האָבען געפליסט מיט צעהנדליגע טויזענד יאָהר צוריק געפינען זיך אין מערב זייט פון יעצטיגע בעטען. אזוי איז דער פאל מיט אלע גרויסע טייכען וואָס געפינען זיך אויף דער צפון׳דיגער העלפט פון דער ערד, דאָס הייסט פון עקוואַטאָר ביז דעם נאָרד־פּאָל. דיא צווייטע העלפט פון אונזער ערד־קוגעל פון עקוואטאר ביז דעם זיד־פּאַל איז ווייניג אונטערזוכט, אָבער דאָך ווען איהר וועט פארשטעהן דיא אורזאכע פון דער מערקווירדיגער ערשיינונג פון דעם אברוקען זיך פון דיא טייכען וואָס פליסען אין ריכטונג פון נאָרד צו זיד אָדער פון זיד צו נאָרד צו דא אויף דיא בעסער אונטערזוכטע צפון־דיגע העלפט פון דעם ערד־קוגעל, וועט איהר אלליין זעהען וויא דיא זאך מוז צוגעהען אין דער אַנדער העלפט פון דער ערד. פארקעהרט אָבער דיא טייכען וואָס פליסען פון וועסט צו איסט אָדער פון איסט צו וועסט צו, האַלטען זיך אימער אין זייערע אַלטע בעטען. נעהמט צום ביישפּיעל דעם טייך אַמאַזאָן ער ציהט זיך אין זיד אַמעריקא טויזענדער מיילען, און דאָך האט ער זיין בעט קיין מאָל ניט איבערגעביטען ווייל ער פליסט אין דער ריכטונג פון וועסט צו איסט צו.

דיעזע מערקווירדיגע ערשיינונג פון דיא טייכען קען מען גאַנץ לייכט ערקלערען דורך דעם געזעץ פון אינערציע, אויב מיר נעהמען אָן אז דיא ערד דרעהט זיך. מיר ווייסען שוין אז ביי דעם טעגליכען דרייען זיך פון דער ערד פון וועסט צו איסט צו, בעוועגען זיך פערשידענע פּונקטען פון איהר מיט פערשידענע געשווינדקייט. אלע פּלעצער אויף׳ן עקוואַטאָר בעוועגען זיך טעגליך מיט דער גרעסטער געשווינדקייט, מאַ-בענדיג אונגעפעהר יעדען טאָג אַ קרייז פון 25000 מייל וועהרענד אַלע פּלעצער וואָס זיינען ערווייטערט פון עקוואטאָר בעוועגען זיך אַלץ לאַנגזאַמער, און לאַנגזאַמער ביז מיר קומען צום פּאָליוס וועלכער בעוועגט זיך גאָר ניט.

לאָמיר נעהמען דיא וואָלגא. דער אָנפאַנג פון דעם גרויסען טייך וואָלגע ליגט אין נאָרד, דאָס הייסט אין אַזאַ פּלאַץ וואו דיא ערד בע־וועגט זיך פערהעלטניסמעסיג לאַנגזאַם פון וועסט צו איסט צו, און דאַן פליסט דער טייך אַ פּאָר טויזענד ווערסט צו זיד צו דאָס הייסט אַלץ דורך פּלעצער וואָס זיינען נעהענטער צום עקוואטאר און וואס בעוועגען

זיך דאריבער מיט א גרעסערער געשווינדקייט צו איסט צו. נאך דעם געזעץ פון אינערציע אָבער מוז דאָך דיא טייך וואָלגע שטרעבען צו בעוועגען זיך מיט דיא זעלבע לאַנגזאַמע געשווינדקייט וויא זיא האָט אָנגעפאַנגען. אלזאָ האָבענדיג אין זיך דיא לאַנגזאַמערע בעוועגונג פון דעם נארדליכען פלאַץ פון איהר אנפאַנג, וועט זיא מוזען אַלץ מעהר און מעהר אבטרעטען צו וועסט צו וואס נעהענטער זיא קומט צום עקוואַטאר, צו דיא פלעצער וואס טראַגען זיך אַלץ האסטיגער צו איסט צו.

פאַרקעהרט אָבער דיא טייכען אין סיביר, וואס פאַנגען זיך אָן אין פלעצער נעהענטער צום עקוואטאר און פליסען אין דיא ריכטונג צום פאָליוס, וועלען דורך אינערציע האבען אין זיך א גרעסערע געש־ווינדקייט צו איסם צו, וויא דיא פאָליאַרנע פלעצער דורך וועלכע זיי פליסען, און דערפאַר וועלען זיי האבען א נייגונג צו שטופען זיך צו איסט צו און אלץ א שטאַרקערע נייגונג וואס נעהענטער מיר קומען צום פאַליוס. דיא טייכען וואָס רינען פון איסט צו וועסט אָדער פערקעהרט בלייבען שטענדיג אין זייערע אַלטע „בעטען" ווייל זיי פליסען פון אָנהייב ביז ענדע דורך פלעצער וואָס בייטען ניט זייער געשווינד־קייט ביי דעם טעגליכען דרייען זיך פון דער ערד.

דיא זעלבע מעכאַנישע געזעצע דיא זעלבע אורזאַכען וואָס האבען געווירקט אויף דיא טייכען, און האבען זיי געצוואונגען אָבצוטרעטען ביסלעך־וויים פון זייערע גרונטען אָדער „בעטען", דאַרפען פיעל מעהר ווירקען אויף דיא פרייע ווינטען. דיא אינערציע וועלכע ענטוויקעלט זיך ביי דעם דרייען זיך, און וועלכע ווי עס איז בעוויזען געוואָרען מוז זיין פערשידען אין פערשידענע ערטער פון דער ערד, דיא אינערציע וועלכע מוז זיין אַלץ קלענער וואס נעהענטער זיא קומט צום פאָליוס צו, און אַלץ גרעסער—וואָס נעהענטער צום עקוואַטאר.—„דיעזע אי־נערציע ווירקענדיג אויף דיא פליסענדע וואַסער האט דאך געמוזט איבערקומען פיעלע הינדערניסע איידער זיא האָט געקענט מאַכען דיא טייכען זיך אוועקצורוקען פון זייערע אַלטע גרונטען אָדער בעטען, אין פיעלע ערטער פליסט דיא טייך צווישען הייכע און שטאַרקע פעלזען וועלכער צופאַלל וואלט געמאַכט גאַנץ אונמעגליך דאָס דיא אינערציע

זאָל קענען איבערקומען אזא שטאַרקע הינדערנים און דורך ברעכען דיא האַרטע שטיינער, דיא ריכטונג פון טייך בייט זיך טויזענד מאָל ווייל דער גרונט אין דאָ ווייך און דאָ האַרט, דאָ איז ער הויך, דאָ איז ער נידריג.

אין קורצען געשפּראָכען דיא קראַפט פון אינערציע אין פאַל פון טייכען ווערט אין אייניגע טייכען מעהר אויף טהאָן וויא אין אַנדערע, אָפּהענגענדיג פון דיא מאַססע הינדערניסע וועלכע זיא ווערט דאַרפען איבערקומען. אָבער דיא אַלע הינדערניסע פערשווינדען כמעט ווען מען קומט צום ווינט. דער ווינט אָדער פליסענדער לופט האָט דאָך מיט קיינע פעלזען צו קעמפּפען, דער וועג איז אָפען, גלאַט און ברייט אַלזאָ האַט מען דאָך געקענט ערוואַרטען, אַז אויב אינערציע ווירקט יאָ אויף דיא ווינטען, ווערט מען מוזען געפינען איהר מעהר רעגעלמע־סיגע ערפאָלגען וויא ביי דיא טייכען. און דאָס איז טאַקע ערפונדען געוואָרען אַז פונקט אַלעס וואס איז געזאָגט געוואָרען וועגען דיא טייכען, אַלעס ביז אַ האָר, קען צוגעפּאַסט ווערען צו דיא ווינטען.

לאָמיר אַ פריהער זעהען אייגענטליך פון וואַנען קומען דיא ווינ־טען און וואָס מוז זיין זייערע ריכטונגען.

יעדע זאַך, סיי האַרטע זאַכען סיי פליסיגקייטען אָדער גאַזען, ווען מען מאַכט זיי הייס, ווערען לייכטער אין וואָג, און שיטערער; זאָ, דאָס אַ פונט וואַרעמע וואַססער צום ביישפּיעל פאַרנעהמט מעהר פּלאַטץ וויא אַ פונט קאַלטע וואַסער, ווייל וואַרעמע וואַסער איז דינער און דאַרום מוז זיא פיעל מעהר פּלאַטץ פאַרנעהמען וויא קאַלטע וואַסער וואָס איז געדיכטער. ווען פון דעם פונט וואַסער ווערט ווערען אַ פונט דאַמפּף ווערט דער פונט דאַמפּף פאַרנעהמען אַ פּלאַטץ, וועלכער איז 1000 מאָל אַזוי גרויס וויא דער פונט וואַסער און אַלץ צוליעב דער זעלבער אורזאַכע; דער פונט דאַמפּף האָט אין זיך פאַרשלונגען אַ אונגעהייערע מאַסע היטץ און דאַרום איז דיא וואַסער אַזוי דין גע־וואָרען, אַז זיא מוז פאַרנעהמען אַ פיעל גרעסערען פּלאַטץ און דאָס וואָס פּאַסירט מיט דעם וואַסער, פּאַסירט מיט אַלע זאַכען אין דער וועלט.

אונזער ערד איז אַרום גערינגעלט מיט אַ ים לופט, וועלכער

איז אונגעפעהר א הונדערט מייל טיף, און מיר, מענשעלעך זיינען חיות, וואָס קריכען אַרום אויפ׳ן גרונט פון דיעזען טיעפען ים פון לופט. דיעזער ים, דיעזע מאַססע לופט, וועלכע איז אַזוי[illegible] דעם שיטער, דאס מיר קענען זיא גאר ניט זעהען, ווערט בע[illegible]יצנט לייכט. דיא קלענסטע קראַפט, דער קלענסטער אונטערשיעד [illegible] דער מינדעססטער אונטערשיעד פון טעמפּעראַטור וועט לייכט אַרויס־רופען א בעוועגונג אין דיזעם דינעם און שיטערען שטאָף וועלכען מיר רופען לופט, דיעזע בעוועגונג פון לופט רופט מען ווינטען. פון אַלע אורזאַכען וואָס מאַכען דיא ווינטען וועלען מיר יעצט נאָר אנריהרען דיא הויפט אורזאַכע פון דיא פערהעלטניסמעסיג שטענדיגע ווינטען וועלכע מיר געפינען אין אונזערע געגענדען. דיא ערשטע און גרעסטע אורזאַכע פון דיא ווינטען איז דער אונטערשיעד צווישען דיא וואַרימ־קייט אויפ׳ן עקוואַטאר און אויף דיא פּאָליוסען.

אויפ׳ן עקוואַטאר וואַרפט דיא זון דעם גאַנצען יאָהר גלייכע שטראַהלען. און וואָס גלייכער דיא שטראַהלען זיינען, זיינען זיי אַלץ הייסער. אַלזאָ אין דיא עקוואַטאָרישע געגענדען ווערט דיא לופט ערוואַרעמט מיט דער גרעסטער קראַפט פון דיא זונענשטראַהלען, און דיעזע וואַרעמקייט איז אימער דאָס זעלבע ווינטער און זומער. דאריבער מוז דיא לופט אויפ׳ן עקוואַטאר און פיעלע הונדערטער מיילען אַרום דעם עקוואַטאר זיין א דינערע, א שיטערערע לופט וויא דיא לופט אין דיא ערטער וואָס זיינען ווייטער פון עקוואַטאר, פיעל שיטערער וויא דיא לופט וואָס רינגעלט אַרום דיא קאַלטע פּאָליאַרנע לענדער און דיא פאַרפראָרענע פּאָליאַרנע ימים. דיעזער גרויסער אונ־טערשייד צווישען דיא געדיכטקייט פון לופט אויפ׳ן עקוואַטאר מיט דיא אַרומיגע לענדער און דיא פּאָליוסען מיט זייערע קאַלטע אַרומיגע געגענדען, איז דיא הויפט אורזאַכע פון דער שטענדיגער בעוועגונג פון דיא לופט אָדער פון דיא ווינטען.

מיט א גאַנץ קליינעם און איינפאַכען עקספּערימענט קען מען בעווייזען דיא הויפט אורזאַכע פון דיא ווינטען. אין א קאַלטען ווינטער טאָג, אָדער אין אירגענד וועלכען טאַג, ווען אין הויז איז גאַנץ וואַרעם און דרויסען קאַלט, עפענט אויף א ביסעל דיא דיא טהיר וואָס פירט

צום גאַס; צינדט אָן א ליכט אָדער א שוועבעלע; וועט איהר בעמער־
[illegible] ווען איהר טראָגט צו דיא ליכט צום טיר פון אונטען, נאָהענט
[illegible] דלאָגע, וועט דער פלאַם פון דער ליכט זיך קעהרען אינווענינ
[illegible] דאס הייסט א ווינטעל וועט בלאָזען אויף'ן פלאַם פון גאַס אין
שטוב אריין, דאָס הייסט, אונטען, איז א בעוועגונג פון לופט פון גאַס
אין הויז אריין; און פארקעהרט: ווען איהר זאָלט אויף הויבען דאס
ליכט און צוטראָגען זיא גאַנץ הויך, וועט זיך דער פלאַם נייגען צום
גאַס צו, דאָס הייסט אַז אויבען בעוועגט זיך דיא לופט פון שטוב צום
גאַס צו. ווארום דאָס איז אזוי איז גאַנץ איינפאך צו פערשטיין.
ווארעמע לופט אזוי וויא מיר האבען פריהער געזעהען איז לייכטער
וויא קאַלטע לופט, און דאריבער וואו עס געפינען זיך צווייערליי לופ־
טען איינע א קאַלטע און דיא אַנדערע א ווארימע וועט דיא ווארימע
וועלכע איז לייכטער אימער שטרעבען צו שטייגען אין דער הויך, און
דיא קאַלטע לופט, ווייל זיא איז דיא שווערערע, און געדיכטערע וועט
פארנעהמען דעם גרונט. דאָס ערקלערט אונזער ביישפּיעל מיט דיא
צווייערליי ווינטען אין טיער. דער קאַלטער ווינט פון גאַס ציהט זיך
לעבען דער פּאָדלאָגע, פארקעהרט דער ווארימער ווינט פון שטוב צום
גאַס ציהט זיך פון אויבען פון דער ווארימער שטוב צו דער קאַלטער
גאַס. דער פאר איז דאס אַז אין א שטוב וואו עס זיינען דאָ צוג־
ווינטען פערקיהלט מען אם מייסטען דיא פיס, ווייל דיא קאַלטע
ווינטען פון גאַס שלעפּען זיך ארום איבער דיא פּאָדלאגע פון שטוב.

דאָס זעלבע וואס פאסירט מיט אונזער טיהר פאסירט אין א
פיעל גרעסערען גראד מיט דער גאנצער מאַסע לופט פון אונזער
ערד. דיא הייסע לופט פון דעם עקוואַטאר און פון טויזענדער מיילען
ארום האט זיך בעדארפט איממער בעוועגען אין דיא אייבערשטע
טהיילען, אָדער שיכטען פון דער אַטמאָספערע אין ד׳ ב ריכטונג פון
עקוואַטאר צו דיא פּאַליוסען צו, און פּאַרקעהרט, דיא קאַלטע לופט
פון ארום דיא פּאַליוסען האט זיך בעדארפט איממער בעוועגען נעהענ־
טער צו דער ערד פון דיא פּאַליוסען צו דעם עקוואַטאר צו. אַלזאָ
וואלט דיא ערד געשטאנען רוהיג אויף איין ארט, וואָלטען דיא קאַלטע
ווינטען געמוזט האבען א גלייכע ריכטונג פון דיא צוויי פּאַליוסען.

פון נאָרד און זיך גראדע צום עקוואטאר צו. און אין אונזער נאָרד־ליכער האלבע וועלט וואלטען דיא קאלטע ווינטען בעדארפט האבען א גלייכע ריכטונג פון נאָרד צו דעם פּאָליוס, נאך זיך צו [redacted] עקוואטאר. אָבער עס איז ניט אזוי. און אז עס מוז ניט אזוי זיין [redacted] איהר זעלבסט פערשטיין פון דעם ביישפּיעל מיט דיא טייכען. מיט דיא ווינטען איז דיא זאך נאָך איינפאכער.

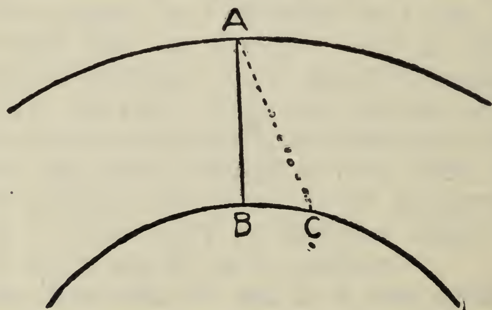
אונזער ערד דרייט זיך, און מיט איהר מוז זיך דיא לופט אויך דרייען, אללע קאלטע ווינטען הויבען זיך אָן פון דיא פּאָליוסען און בעוועגען זיך צום עקוואטאר צו, וועגען דיא בעוועגונג פון דיא ווארימע לופט פון עקוואטאר צו דיא פּאָליוסען איז ניטא וואס צו ריידען. ווייל דיעזע בעוועגונג קומט פאָר גאנץ הויך, אייניגע ווערסט פון דער ערד, און מיט זיי קענען זיין בעקאנט נאר דיא יעניגע וועלכע וואהנען אויף הויכע בערג, און דיא וועלכע פאהרען אין לופט באלאנען, מיר האבען געזעהען אז דיא ערטער נאהענט צום פאליוס ביי דער טעג־ליכער בעוועגונג פון דער ערד מאכען קלענערע צירקלען וויא דיא ערטער וועלכע זיינען לעבען עקוואטאר און דערפאר האבען זייא א קלענערע אינערציע. זיי מוזען זיך לאנגזאמער בעוועגען פון וועסט צו איסט וויא דיא ערטער ארום עקוואטאר וועלכע מאכען גרעסערע צירקלען א טאג, און האבען א גרעסערע אינערציע, דאָ מוז דיא בעוועגונג שנעלער זיין פון וועסט צו איסט. אַלזא דיא קאלטע לופט פון ארום דיא פּאָליוסען, דרייענדיג זיך צוזאמען מיט דער ערד האט אויך א קלענערע אינערציע וויא דיא לופט לעבען עקוואטאר. היינט אז דיא קאלטע לופט מיט איהר קליינע אינערציע הייבט זיך אָן בעוועגען צום עקוואטאר, קומט דאך דיא קאלטע לופט אלץ מעהר און מעהר צו אזוינע ערטער וואס האבען אַלץ א גרעסערע אינערציע. וואס דרייען זיך שנעללער צום איסט וויא דיא קאלטע לופט. אבער פון דיא געזעצע פון אינערציע ווייסען מיר, אז יעדע זאך האט דיא איינגענשאפט אין זיך אויביג צו פראהאלטען איהר ערשטע געשווינד־קייט, אלזאָ דיא קאלטע ווינטען קומענדיג פון פּאָליארנע געגענדען מיט א לאנגזאמער געשווינדקייט צו ערטער וואס דרייען זיך געשווינדער וועלען מוזען אוממער זיין הינטערשטעליג און בעקומען א ריכטונג צו

וועגסט צו, גראדע וויא דיא טייכען וואָס פליעסען פון נארד צו זיד. און אזוי האבען דאס טאקע איבעראל בעמערקט אהן אויסנאהמען אַללע רייזענדע, אַללע שיפסקאפּיטאנע, אללע וועטערסטיישענס און אללע וואס ווילען דיא זאך בעאבאכטען קענען זיך איבערצייגען אז דיא קאלטע ווינטען וואָס קומען פון דיא פּאָליוסען אין אונזער נאָרד־ליכע האַלבע וועלט פון נארדפּאָל צום עקוואטאר, און אין דער זידליכער האַלבע וועלט פון דעם זידפּאָל צום עקוואטאר נייגען זיך אימּמער צו וועסט צו. וואס נעהענטער זיי קומען צום עקוואטאר, אָדער ריכטיגער: וואָס נעהענטער זיי קומען צו דיא טראָפּיקעס, דאס הייסט עטליכע טויזענדער ווערסט ערווייטערט פון עקוואטאר, ווייל פון דיא טראָפּיקעס ביז עקוואטאר פארלירען דיא קאלטע ווינטען זייער קראפט און פערשווינדען.

אין דיא איבעריגע בעווייזע וועל איך זיין גאנץ קורץ, ווייל איך גלויב אז דער לעזער וועט זיי יעצט לייכט בעגרייפען.

אז מען לאזט שטיינער פאללען פון גאנץ הויכע געביידעס, אָדער מאסטען, וועט מען אימּמער געפינען אז זיי פאלען אויף דער ערד ניט אנדערש וויא א ביסעל צו איסט צו. ניוטאנען איז דעם ערשטען אריינגעפאַלען דער געדאנק אז עס מוז אזוי זיין.

שטעלט אייך פאָר אז B A איז א הויכער טהורם מיט'ן שפּיץ אין פונקט A וויא אין דער פיגור.



דאן זעהט מען אז דער שפּיץ A מוז מאכען ביי זיין טעגליכען דרייען זיך א גרעסערען ראָד וויא פּונקט B וועלכער איז אויף דער ערד. דער פאר האט דער שפּיץ A א גרעסערע אינערציע וויא פּונקט B און ווען מען זאָל לאזען פאללען א קיילעכדיגען שטיינדעל פון A, וועט דער שטיינדעל אין זיך האבען א גרעסערע געשווינדקייט צו איסט צו, וויא דער פּונקט B, און דער פאר וועט ער מוזען איבער יאגען דעם פּונקט B, און קומען מעהר צו איסט צו, וויא פּונקט B. ח. א ניוטאן האט דאס ערקלערט האט מען זיך אָנגעכאפּט צו פּרובירען אויב עס איז אזוי, מי האט טויזענדער פּראָבעס געמאכט און עס איז אויסגעפונען געוואָרען אז דאס איז גאנץ ריכטיג.

א גלח וואָס האט ניט געוואלט אננעהמען גאלילעא׳ס לעהרע פון דער ערד בעוועגונג, האט געפּרובט וואָרפען באלען פון הייכע טהורעמס און איז אין קורצען געווארען א הייסער נאכפאלגער פון גאלילעא. דיא בעסטע עקספּערימענטען זיינען געמאכט געוואָרען פון רייך אין זאַקסען לעבען פרייבורג. רייך האט געפונען דארט א טיפע מינע פון 625 פוס. ער האט געלאזט פאלען בלייענע קוילען אויף׳ן גרונט פון דער מינע. ער האט דיא פּראבע געמאכט 160 מאל און אין יעדען מאל איז דער באָל געפאלען צו איסט צו, א מאל אייניגע אינטשעס מעהר א מאל וויינינגער, אין דורכשניט זיינען אללע באָלען געפאלען 1½ אינטשעס צו איסט צו.

עס איז בעוויזען אז א פּאָמפּעדיקעל פון א זייגער וועט אין לאָנדאן למשל מעהר מאל אומוויגען זיך אהין און אהער אין א שטונדע וויא אויפ׳ן עקוואטאר. אז דאָס מוז אזוי זיין פערשטעהט איהר גאנץ לייכט. דיא צוציהונג קראפט אויף׳ן עקוואטאר איז קלענער, וויא עס איז פריהער בעוויזען געווארען, און דערפאר וועט זיך דער פּאָמפּערדיקעל מוזען בעוועגען לאנגזאמער וויא אין לאנדאן. מיא קען פאָראויס אויסרעכענען וויא פיעל מאָל דער פּאָמפּערדיקעל וועט אומוויגען זיך אין א שטונדע אין פערשיעדענע פּלעצער. און דיא פּראָבעס שטימען איבעראל מיט דיא רעכענונגען.

אם לעצטען וועלען מיר זאָגען נור א פּאָאר ווערטער וועגען דעם בעקאנטען עקספּערימענט פון דעם געניאלען פראנצויזישען

געלעהרטען פוקאָ. מיט זיין עקספּערימענט האט ער געמאכט אַז מען זאל מיט דיא אויגען זעהען וויא דיא ערד דרייט זיך. דיעזער עקספּערימענט איז געמאכט געווארען אין 1851 אויף דעם קופּאָל פון פּאַנטעאָן אין פּאריז, ער האט אויפגעהאנגען א שווערען אייזער־נעם באָל אויף א לאנגען דראָט פון 200 פוס. דעם גרויסען ראָד פון פּאָדלאגע האט ער באַדעקט מיט זאמד. דער אייזערנער באָל האט געהאט אונטען א דינע שפּילקע מיט וועלכער ער מאַכט ליניעס אויף'ן זאמד ווען מי לאזט דעם באל זיך שווינגען, ער האט געלאזען דעם באל זיך שווינגען א לאנגע צייט, און מען האט געקענט מיט דיא אויגען זעהען וויא דיעזער מין פּאָמפּעדיקעל האט איממער אלץ נייע ליניעס געמאַכט אין דעם זאמד, דיעזער עקספּערימענט האט געמאכט א גרויסען איינדרוק אויף דיא פּאריזער. און מען האָט דעם עקספּערימענט איבערגעמאַכט אין פיעלע אנדערע ערטער און אלץ מיט דעם זעלבען רעזולטאַט.

קאטאלאג
פון דער
אינטערנאַציאָנאַלער ביבליאָטהעק

פיליפ קראַנץ, קולטור געשיכטע, 3 בענדער, 1000 זייטען, 100 בילדער, שעהן געבונדען פרייז יעדער באַנד..........75 ס.

" " דיא געשיכטע פון דער גרויסער פראַנצויזישע רעוואָלוציאָן, 3 טיילען אין איין באַנד, שעהן געבונדען....75 "

" " אַמעריקא פאַר קאָלומבוס, אַ קולטורגעשיכטליכע נאָכפאָרשונג, 169 זייטען מיט 44 צייכנונגען, געבונדען....50 "

" " יציאת מצרים, מיט איין קאַרטע פון מצרים.........15 "

" " וואס הייסט נאציאן—זיינען אידען אַ נאַציאָן?......10 "

" " אריסטאטעל, זיין ביאגראפיע.......,,.........10 "

" " ברוך שפינאזא, זיין לעבען און זיין פילאָזאָפיע......15 "

" " שבתי צבי, זיין ביאָגראַפיע.......,.......... 15 "

" " יאזעפוס פלאוויוס, זיין ביאָגראַפיע..............15 "

" " בר כוכבא, זיין ביאָגראַפיע.....................15 "

" " לעסינג און מענדעלסאהן, זייער לעבען, שריפטען און טהעטיגקייט. 185 זייטען................... 25 "

" " דיא פאמיליע ראטהשילד, זייער לעבען און פינאַנציעלע טהעטיגקייט, 61 זייטען.......................15 "

" " דון יצחק אברבנאל און זיינע זיהן, 67 זייטען.......15 "

" " מאָהאמעד, דער גרינדער פון מאָהאמעדאניזמוס, 65 זייטען................................15 "

" " מעיערבעער, זיין ביאָגראַפיע....................15 "

מאָררים ראָזענפעלד, געזאמעלטע ליעדער פון מאָררים ראָזענפעלד 337 זייטען, אילוסטרירט, שעהן געבונדען..$1.00

" " היינריך היינע, זיין ביאָגראַפיע, 85 זייטען...15 ס.

" " יהודה הלוי, דער גרויסער העברעאישער דיכטער, 64 זייטען.....................15 "

די אינטערנאַציאָנאַלע ביבליאָטהעק.

עבען ערשיענען:

ז. ליבין'ס געקליבענע סקיצען, 300 זייטען..........פרייז 50 ס.

אייזיק שעפטעל, אַרבייטער-דראַמאַ אין 3 אַקטען, פון דוד פינסקי.
פרייז 15 ס.

דיא גייסטער, פון הענריק איבסען..................פרייז 20 ס.

צום אַרבייטער-פאלק, פון ל. טאלסטאי ....פרייז 15 ס.

עס ווערען פערפערטיגט צום דרוק
און וועלען אין גיכען ערשיינען:

מאררים ראזענפעלד'ס פאָעזיע און פאָעטישע פראָזא אין 2 בענד

אַ פאָלשטענדיגע אויסגאַבע פון י. ל. פרץ'ס שריפטען.

אַ זאַמלונג פון יעקב גאָרדין'ס סקיצען און ערצעהלונגען.

אידישע פאלקס-ליעדער מיט זייערע מעלאדיען,
געזאַמעלט פון ל. כהן.

אַ פאָלשטענדיגע אידישע גראַמאַטיק, פון אלכסנדר האַרקאַווי.
